

Doctorado en Sociología

Modelo No-Lineal de Apoyo a la Intervención Pública Para la Vinculación Local Academia-Industria

ALUMNA: SILVIA IRENE ALMANZA MÁRQUEZ

Matrícula: 210280400
Teléfono particular: 56554357
Celular: 55 40908104
salmanzam@gmail.com.mx;
silvia.almanza@ccadet.unam.mx

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. ROSA LUZ GONZÁLEZ AGUIRRE

LECTORES:

DRA. MICHELLE ESTHER CHAUVET SÁNCHEZ-PRUNEDA

DR. FELIPE DE JESÚS LARA ROSANO

DRA. MARÍA DE LOURDES MARQUINA SÁNCHEZ

DRA. MA. GUADALUPE VELÁZQUEZ GUZMÁN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sociedad y Nuevas Tecnologías

México, Distrito Federal.

24 de marzo de 2014.

Agradecimientos

No tengo palabras para expresar mi gratitud a todas aquellas personas que desinteresadamente, me brindaron su apoyo y me acompañaron en este camino de aprendizaje que es la realización de un doctorado. Primeramente y sobre todo, estaré siempre muy agradecida con mi tutora, la Dra. Rosa Luz González Aguirre y con el Dr. Felipe Lara-Rosano, quien ha jugado un importante papel como mi mentor. Más allá de su guía y asesoramiento, ellos supieron motivarme, alentarme y transmitirme el entusiasmo y vitalidad requeridos en esta clase de emprendimientos. Junto con ellos, he de mencionar aquí también la buena disposición, apertura al diálogo y a la discusión del resto de mi Comité de Lectores, la Dra. Michelle Chauvet, la Dra. María de Lourdes Marquina y la Dra. María Guadalupe Velázquez. Sin duda, todas ellas me han enriquecido con sus valiosos consejos, enseñanzas y acertadas observaciones en el desarrollo de este trabajo.

Igualmente, he de expresar un reconocimiento muy especial al Coordinador del Programa de Doctorado en Sociología de la UAM-Azc., Dr. Arturo Grunstein y a su equipo de colaboradoras – gracias, Reyna -, por haberme brindado su apoyo con eficiencia y gentileza.

Este emprendimiento no hubiera sido posible sin el respaldo y la apertura mental de la Dirección del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM, para la superación académica de su personal. Particularmente, agradezco al Dr. José Saniger, al Dr. Rodolfo Zanella y al Dr. Nicolás Kemper.

A MI FAMILIA

A Roberto y Carol, mis padres y ángeles guardianes

A Alejandra y Andrés, mis hijitos, por darle sentido a mi vida

A mis hermanos, Roberto, Lulú, Ricardo, Rosy, Yoli y Margarita

Abreviaturas

AIG	Academia – Industria – Gobierno
ARS	Análisis de Redes Sociales
CAS	Sistemas Adaptable Complejos (por sus siglas en inglés)
CyT	Ciencia y Tecnología
CT+I	Ciencia, Tecnología e Innovación
DRS	Dinámica de Redes Sociales
DSC	Dinámica de Sistemas Complejos
FODA	Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
IED	Inversión Extranjera Directa
IES	Instituciones de Educación Superior
I+D	Investigación y Desarrollo
OIP	Organismo de Investigación Pública
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
RIM	Regiones Industriales Metropolitanas
RIMr	Regiones Industriales Metropolitanas rezagadas

CONTENIDO

Agradecimientos	III
Abreviaturas	VI
Listado de Tablas	X
Listado de Figuras	XI
RESUMEN	XIV
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	5
1.3. OBJETIVOS	7
1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	8
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO Y CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	
2.1. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA	9
2.2. LAS TEORÍAS DE LA COMPLEJIDAD SOCIAL	12
2.2.1. Conformación de la Moderna Teoría General de Sistemas	13
2.2.2. Cibernética de primer orden	15
2.2.3. Sistemas Complejos	15
2.2.4 Conformación del enfoque de Sistemas Complejos como paradigma metodológico	17
2.2.5. Sistemas Adaptables Complejos (CAS)	23
2.3. TEORÍA SOCIOLOGICA RELACIONAL	29
2.3.1. La relación social	30
2.3.2. Proceso social	31
2.3.3. Estructura social	32
2.4. TEORÍA DE REDES SOCIALES	32
2.5. ANALISIS DE REDES SOCIALES (ARS)	42
2.5.1. ARS: teoría y método	43
2.5.2. ARS y Teoría de Sistemas: conceptos centrales	46
2.5.3. ARS y Sistemas Complejos	52
2.5.4. Dinámica de Redes Sociales	52
2.5.5. Las redes adaptables	54
2.5.6. Las micro-redes	57
2.6. TEORÍA DE LA INNOVACIÓN	59
2.6.1. La innovación	61
2.6.2. Nuestro enfoque: proceso de Innovación	61
2.6.3. La delimitación local del sistema	61
2.6.4. La infraestructura del sistema de innovación	63
2.6.5. Las funciones del sistema de innovación	64
2.6.6. Importancia de las interrelaciones en innovación	65
2.6.7. El proceso de Innovación	68
2.6.8. Proceso de flujo y asimilación de la información	68
2.6.9. Proceso de actividades colaborativas de creación de conocimiento	69
2.6.10. Conformación de capital social	69
2.6.11. Conexión capital social – innovación	72
2.6.12. Gobernanza y capital social	73
2.6.13. El liderazgo	74

VIII

2.6.14. Los factores del entorno	74
	75
2.6.15. La política de innovación	76
2.6.16. Qué es un sistema para aprender a interrelacionarse	78
2.6.17. Política de vinculación: impulso al intercambio de Información y conocimiento	82
2.6.18. La Triple Hélice como enfoque de política de vinculación en RIMr	84
2.6.19. Los instrumentos de política	86
2.6.20. La evolución de los instrumentos de política	87
2.6.21. Instrumentos Sistémicos para la Vinculación	95
2.6.22. La intermediación	102
 CAPITULO 3 POLITICAS PÚBLICAS DE VINCULACIÓN PARA GENERACIÓN DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO EN REGIONES INDUSTRIALES METROPOLITANAS REZAGADAS	
3.1. IMPORTANCIA DE LA INTEGRACIÓN SOCIOLÓGICA EN LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS DE INNOVACIÓN	103
3.2. IMPORTANCIA DEL ENFOQUE DE SISTEMAS COMPLEJOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS	105
3.3. MARCO PARA UNA POLÍTICA DE VINCULACIÓN	106
3.4. ENFOQUE Y MARCO GENERAL DE LA FORMULACIÓN	107
3.5. PRINCIPIOS DE POLÍTICA ADAPTABLE	108
3.6. APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE SISTEMAS COMPLEJOS A LA POLÍTICA DE VINCULACIÓN	111
3.7. ELEMENTOS A TOMAR EN CUENTA	113
3.7.1. Los tipos de problemas	113
3.7.2. La incertidumbre	114
3.7.3. El cambio de paisaje de aptitud de las RIMr	114
3.7.4. La infraestructura bidimensional	115
3.8. LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA SISTÉMICA	116
3.8.1. Premisas	116
3.8.2. La visión deseable	118
3.9. ESQUEMA ESTRATÉGICO GENERAL	120
3.9.1. Objetivos Sistémicos	120
3.10. LA TÁCTICA; CÓMO HACERLO	129
3.10.1. Por dónde incidir: factores clave	129
3.10.2. Instrumentos sistémicos de políticas	129
3.10.3. El manejo de interfaces o intermediación como instrumento sistémico para la vinculación	131
3.10.4. Creación de redes (<i>networking</i>)	135
 CAPITULO 4. MODELADO Y ANÁLISIS DE REDES DE INNOVACIÓN PARA REGIONES INDUSTRIALES METROPOLITANAS REZAGADAS	
4.1. MODELACIÓN CIBERNÉTICA CONCEPTUAL	137
4.1.1. Dinámica de Sistemas Complejos	137
4.1.2. El procedimiento de la modelación	138
4.1.3. La problemática revisitada	139
4.1.4. La construcción del Modelo	142
4.2. OPERACIONALIZACIÓN DEL MODELO POR ARS /DRS	158
4.2.1. Creación de redes de intervención pública para la vinculación	158
4.2.2. Redes y capacidad de absorción tecnológica local	159
4.2.3. Estrategia para potenciar la creación de redes colaborativas	160

4.2.3.1. El ARS en la intermediación integradora	161
4.2.3.2. Redes para intermediación	162
4.2.4. Los niveles analíticos del Modelo en ARS/DRS	163
4.2.4.1. Nivel Macro: creación de redes de generación de conocimiento	165
4.2.4.2. Nivel Meso: creación de redes colaborativas (proceso de conformación de capital social)	166
4.2.4.3. Nivel Micro: tejiendo redes colaborativas	172
4.2.5. La contextualización de las redes	175
4.2.6. Aplicabilidad del ARS – DRS para implementación del modelo	176
4.2.6.1. Ejemplos y sugerencias de aplicación	179
4.2.7. Síntesis de la modelación desde la perspectiva de redes	184
CAPITULO 5. REFLEXIONES Y CONCLUSIONES	
5.1. SINTESIS GENERAL	191
5.1.1 Términos de referencia	193
5.2. REFLEXIONES FINALES	196
5.2.1. Sobre la importancia de la interdisciplina	196
5.2.2. Sobre la importancia de integrar la dimensión socio-cultural	197
5.2.3. Sobre la intervención pública no-lineal y sus instrumentos	197
5.2.4. Sobre la Dinámica de Redes Sociales	198
5.3. APORTACIONES	199
5.4. FUTURAS INVESTIGACIONES	200
Anexo I Terminología de la Complejidad	203
Anexo II Terminología del AR – DRS	219
Anexo III Cconceptos de innovación	235
BIBLIOGRAFÍA	241

Listado de Tablas

Tabla	Página
CAPITULO 2	
2.1. Contribuciones seminales para el concepto de Sistema Social	12-13
2.2. Diferencias entre ARS y DRS	53
3.1. .Principios Básicos de Política Adaptable	108
3.2. La Consistencia Política	109
CAPITULO 4	
4.1 Iconografía de Stella para Dinámica de Sistemas Complejos.	139
4.2. Factores inductores y bloqueadores de creación de capital social y capacidad de absorción	141
4.3. Características del instrumento convencional y el instrumento sistémico.	163
4.4. Elementos del ARS y DRS de utilidad para el diseño de estrategias de políticas públicas	178
4.5. "Traducción" de nuestro Concepto a Redes Sociales., complejidad y vinculación	186
CAPITULO 5	
5.1. Modelo de Apoyo a la Política Adaptable No Lineal para Vinculación Local AIG en Fase Inicial	195
ANEXO I	
A-I.1 Diferencias entre <i>Punto Crítico y Transiciones de Fase</i>	207
A-I.2 Diferencia entre Linealidad y No Linealidad	212
ANEXO II ARS/DRS	
A-II.1 Diferencias entre ARS y DRS	231

Listado de Figuras

Figuras	Página
CAPITULO 2	
2.1. Al Borde del Caos y Sistemas Complejos	20
2.2 Sistemas Adaptables Complejos	27
2.3. Microanálisis Sintético	29
2.4. Interpretación de conducta social por redes	37
2.5. Medidas de Centralidad en redes	48
2.6. Posibilidades analíticas para redes de innovación, aprendizaje y conocimiento según Conway	51
2.7. La delimitación del sistema local por la última diada	62
2.8. Dinámica deseable: retroalimentación entre capital social, capacidad de absorción y flujo de conocimiento	67
2.9. Las dimensiones del capital social	73
2.10. Adecuación del modelo de sistema de innovación de Lundvall	79
2.11. La Triple Hélice: las esferas institucionales	86
2.12. Sistema de Innovación con infraestructura de intermediación	96
CAPITULO 3	
3.1 Visión de política adaptable no lineal para regiones de bajo desempeño innovador	110
CAPITULO 4	
4.1. Diagrama 1 Proceso de creación de conocimiento para la innovación	145
4.2. Diagrama 2: Principales actores locales en el intercambio de conocimiento	146
4.3. Diagrama 3: Modelo de dinámica de vinculación en el sistema de innovación bien estructurado: Las interconexiones deseables. Nivel local. Países Avanzados	148
4.4. Diagrama 4 - La situación problemática en RIM rezagadas – localidades de bajo desempeño innovador.	150
4.5. Diagrama 5: Proceso de Actividad Colaborativa	152
4.6. Diagrama 6 – Integración modelo deseable Dinámica de Innovación	154

para Revitalización industrial de RIMr – localidades de bajo desempeño innovador.	
4.7. Diagrama 6b: Consistencia con Triple Hélice.	157
4.8. Red en Espera y Red Operativa	166
4.9. Nivel Operativo Micro-redes de mecanismos por objetivos estratégicos	174
4.10. Red desestructurada en situación actual y estructurada en situación deseable	179
4.11. Matriz de Afiliación para interconectar actores con mecanismos estratégicos	180
4.12. Red de afiliación para articular oferta y demanda de conocimiento	181
4.13. Red de factores para potenciar capacidad innovadora a nivel local	182
4.14. Red de afiliación para visualizar doble estructura que conforma la inteligencia colectiva local	183
4.15 Estrategia Adaptable – perspectiva de dinámica de redes sociales	188
 ANEXO I TERMINOLOGIA COMPLEJIDAD	
A-I.1. Auto-organización Social	204
A-I.2 .Adquisición de complejidad como resultado de la bifurcación	208
A-I.3 .Retroalimentación entre Competición y Cooperación en el proceso evolutivo y formación de sistemas complejos	211
A-I.4. Paisaje de aptitud	213
A-I.5 Retroalimentación	214
A-I.6 Bucles de Retroalimentación Positiva y Negativa	215
 ANEXO II TERMINOLOGIA ARS/DRS	
A-II.1 Anatomía de una Red Social	221
A-II.2 Distintos niveles de redes	221
All.3 Red Ego	222
All.4 Gráficas de redes dirigidas y no dirigidas; matrices de adyacencia	222
All.5 Agregando pesos en la red	223
All.6. Centralidad	224
All.7. La fuerza de los vínculos débiles	226
All.8. Dos vías para la creación de redes (networking): Homofilia-	228

Transitividad, Heterofilia - Punteo	
All.9 Red de dos modos	229
All.10 .Rutas y caminos más cortos en la red	230
A-II.11. Catálisis mutua en la red	231
A-II.12.Red de mundo pequeño	234

RESUMEN

Este trabajo de tesis doctoral presenta la construcción de un modelo teórico, conceptual y operativo de carácter no lineal, para sustentar la formulación de políticas públicas de vinculación academia – industria – gobierno (AIG), en regiones industriales metropolitanas rezagadas, de bajo desempeño innovador (RIMr). Enmarcada dentro del enfoque de Sistemas Complejos, la conceptualización enfatiza la integración de la dimensión social a través del concepto de capital social, como pre-condicionante para potenciar el proceso de flujo de conocimiento requerido y – eventualmente –, de la capacidad innovadora local. La dimensión socio-cultural es plasmada a través de la interconexión entre el capital social – o sea, la capacidad colaborativa que implica –, y el flujo de conocimiento de la cadena productiva, intermediada por la capacidad de absorción tecnológica local. El razonamiento subyacente es que mientras más conocimiento fluya sin obstáculo, mayor probabilidad habrá de incrementar la capacidad innovadora del ambiente operativo local, y viceversa. La identificación de los factores que favorecen o inhiben el establecimiento de relaciones productivas heterogéneas; la dinámica de conformación de patrones de interconexión no lineal entre los componentes del sistema-modelo aquí propuesto, así como su visualización en mapas conceptuales, bucles de retroalimentación y redes sociales permitirá identificar aquellos puntos de inflexión para la intervención pública, de manera no trivial.

Con base en el análisis de las teorías de apoyo y el estudio de los procesos asociados con la vinculación academia – industria – gobierno (AIG), se procede a la modelación, la cual consiste en la construcción del marco de referencia, la elaboración del modelo conceptual no lineal y una propuesta de implementación en redes sociales.

Para la modelación se ha recurrido a los métodos de Microanálisis Sintético y Sistemas Adaptables Complejos. El ejercicio de modelación va presentando, paso

a paso, una visión simplificada de la complejidad, para facilitar su comprensión, así como para ilustrar el potencial del enfoque de dinámica de sistemas complejos aplicado a problemas de políticas públicas. Para llevar el modelo a un nivel operativo se sugiere y se ilustra una forma de hacerlo con el instrumental del Análisis de Redes Sociales. De esta manera, los puntos de inflexión se podrán desplegar visualmente desde el nivel micro hasta el nivel macro, facilitando el análisis, tanto retrospectivo como prospectivo, para la toma de decisiones relacionada con el problema de la vinculación.

El trabajo comprende cinco capítulos y dos anexos:

1. El Capítulo 1 es de carácter introductorio. En él se hace una introducción general, se explica la motivación y el propósito. Se hace una descripción de la problemática y justificación, así como los objetivos y las preguntas de investigación.
2. El Capítulo 2 es el marco teórico. Se discuten aquí los enfoques que permitirán construir la solución del problema: las Ciencias de la Complejidad, Teoría Sociológica Relacional y Redes Sociales, Análisis de Redes Sociales, Teoría de la Innovación y Teoría de los Procesos de Intervención.
3. El Capítulo 3 se ocupa de plantear el problema de la construcción de la vinculación local academia-industria – gobierno a través de políticas públicas
4. El Capítulo 4 propone un modelo de dinámica de sistemas, y de implementación del mismo mediante la aplicación del análisis de redes sociales (dinámica de redes sociales - *networking*), para cubrir la función de vinculación en el proceso de innovación, en regiones industriales rezagadas.
5. El Capítulo 5 hace la síntesis final, así como una discusión y reflexiones sobre puntos importantes del trabajo.

Los Anexos son:

- I) Conceptos de la Complejidad.
- II) Elementos Básicos del ARS.
- III) Conceptos de Innovación

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCIÓN

Muchos países de desarrollo intermedio, como México, presentan una gran heterogeneidad en cuanto a niveles de desarrollo y vitalidad de sus regiones industriales metropolitanas (RIM), predominando entre ellas las que están en situación de rezago (RIMr)ⁱ, lo que globalmente les posiciona en etapa de “*bajo rendimiento*” (Cornell University, INSEAD y WIPO, 2013) o de *pre catching up*ⁱⁱ (Narula, 2004).

Esta diversidad refleja en cierto modo, distintos niveles de estado respecto a la *capacidad innovadora* de sus sistemas de innovación locales /regionales, con mayor o menor grado de articulación y funcionalidad. La capacidad innovadora de una localidad /región o país es una propiedad compleja, contextual, relacionada con el modo de vinculación local entre los múltiples actores que han de intervenir para que fluya el conocimiento requerido, y expresa una *propiedad emergente* en un ambiente operativo inmediato o *milieu*. Dicha capacidad se deriva de un proceso evolutivo socio-económico, político y cultural de tipo sistémico, cuyo eje es el *uso eficiente de conocimiento*. Conocimiento de diversos tipos, incorporado en múltiples agentes que han de contenerlo, aplicarlo o intercambiarlo según se requiera, en tiempos y espacios concretos.

ⁱ El rezago es un concepto relativo. En nuestro contexto, una situación de rezago a nivel local puede ser con respecto al grado de vitalidad tecno-industrial, -o capacidad innovadora -de otras localidades, o bien, de la propia localidad en el tiempo.

ⁱⁱ El ‘*catching-up*’ es definido como el acortamiento de un país en la brecha con respecto a la frontera de la mejor práctica del mundo; es decir, la posición respecto del potencial tecnológico-industrial del país líder.

En la innovación, las interrelaciones y el contexto cuentan. La cultura de colaboración le da vida, porque el conocimiento –de diversos tipos-, se genera al resolver colaborativamente un problema (Stacey, 2001). La capacidad y habilidad para captar, adaptar y adoptar el conocimiento potencialmente disponible –conocida como capacidad de absorción tecnológica (Cohen y Levinthal, 1990) -, así como para generar conocimiento viene asociada a las características de las redes sociales a través de las cuales ocurren las interacciones.

La vinculación, en tanto capacidad y habilidad de colaboración social local, puede asociarse con el concepto de *capital social* a nivel local/regional. El capital social está íntimamente relacionado con el de redes por varios autores, como Franke (2005), quien observa que las redes sociales favorecen el acceso a los recursos y el apoyo social (Franke, 2005)ⁱⁱⁱ. A su vez, Putnam y Goss (2002) las refieren como redes sociales que derivan de normas de reciprocidad generalizada. Desde la perspectiva de la construcción de la capacidad innovadora regional, la conformación de *capital social* se vuelve pues, un factor determinante. Éste expresa la capacidad local de la fuerza de trabajo de su sector productivo para interrelacionarse, auto-organizarse en redes colaborativas de aprendizaje e *intercambiar conocimiento*, para poder resolver cada vez más y mejor sus propios problemas tecno-industriales.

Por otro lado, hoy día, el paradigma dominante para la formulación de políticas de reconversión industrial es el de las llamadas *políticas de innovación*, sustentadas primordialmente dentro del paraguas conceptual que ofrecen el modelo de Sistema de Innovación y la propuesta estratégica de la Triple Hélice, para favorecer el uso eficiente del conocimiento.

ⁱⁱⁱ Este abordaje, señala Franke, permite vislumbrar direcciones relativamente precisas, convenientes desde la perspectiva política, lo cual es consistente con nuestro modelo

Surgidos originalmente en los países avanzados, estos modelos han venido permeando hacia el resto del mundo. Con el tiempo y las experiencias, sin embargo, ha venido quedando claro que al menos para aquellas regiones con poca cultura innovadora - en situación de rezago -, el problema de la intervención pública se vuelve más complejo, y los modelos han de ser contextualizados porque para el mundo en desarrollo, en la formulación de políticas con anhelos de cambio no sólo importa la consideración económica de la innovación, sino también el desafío de enfrentar ciertos patrones de comportamiento socio-cultural idiosincráticos que inhiben la colaboración y la generación de conocimiento y así, la anhelada capacidad innovadora que aún no se tiene, o es precaria e insuficiente.

La precariedad de los sistemas de innovación y la heterogeneidad de niveles de desarrollo tecno-industrial regional - en donde unas cuantas regiones son exitosas y la mayoría, van quedando rezagadas -, deriva en buena medida de los patrones de interconectividad entre el quehacer científico-tecnológico, industrial y gubernamental de cada localidad/región. Son patrones de comportamiento idiosincráticos, socio-culturales, poco adeptos a la visión prospectiva integral, conformados históricamente en la sociedad, para expresarse hoy como una situación de desvinculación ciencia – tecnología – industria - gobierno. Situación que inhibe directa o indirectamente, las posibilidades de generación de conocimiento y la concomitante capacidad de absorción tecnológica (Cohen y Levinthal, 1990), requeridos para potenciar la capacidad innovadora, el crecimiento económico y, deseablemente el desarrollo y bienestar social.

Con base en los razonamientos anteriores, para facilitar el cambio en favor de la vinculación academia – industria – gobierno (AIG) y dinamizar las RIM rezagadas –planteamos aquí -, el papel de la intervención pública con sentido estratégico de largo plazo se vuelve crucial.. En este camino, un primer paso para aprender a colaborar – como fase de transición hacia

sistemas de innovación efectivos-, sería centrar esfuerzos para inducir la conformación de redes de conocimiento funcionalmente estructuradas, que son la esencia del capital social.

Aprender a vincularse es un problema de carácter socio-cultural, contextual, complejo. Las regiones industriales metropolitanas de bajo desempeño innovador suelen reflejar sistemas de innovación desestructurados y disfuncionales. Lo que es igual a presentar redes productivas poco cohesionadas, que inhiben el flujo de conocimiento requerido por la innovación. Es así como el estímulo para la conformación de capital social útil para el sector productivo aparece como *pre-condicionante* para potenciar la conformación de ambientes operativos inmediatos funcionales (o *milieux* innovadores). Este es nuestro punto de partida para desarrollar un modelo de apoyo a la formulación de políticas públicas locales^{iv} para la vinculación AIG, objeto de este trabajo de tesis.

El esfuerzo de integración teórico-conceptual y metodológico del enfoque de Dinámica de Sistemas Complejos y, Sistemas de Innovación, en conjunción con el instrumental conceptual y metodológico del Análisis de Redes Sociales, pueden ser de gran utilidad para guiar emprendimientos políticos de este tipo. Esta conjunción permite un análisis más profundo de los procesos relevantes, sus interconexiones y relaciones dentro y entre sistemas

Surge de aquí la motivación para tratar de entender e integrar un modelo basado en el enfoque de Dinámica de Sistemas Complejos, para apoyar la intervención pública. Particularmente importante es esclarecer cómo se van entretejiendo ciertos pre-condicionantes socio-económico-culturales que favorecen o inhiben la generación de conocimiento en un contexto tecno-

^{iv} Lo "local" para los fines de este trabajo, se define por la extensión de la última diada en la red, con respecto a la injerencia de la intervención pública local relacionada con la vinculación (ver explicación en 2.6.3. y figura 2.7, pag. 62).

industrial local dado. Es decir, enfatizar la importancia de la formulación de políticas integrales, adaptables, para contender con problemas complejos como el que nos ocupa.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En el México del Siglo XXI, no existen aún las condiciones objetivas, las capacidades sociales ni la visión política de Estado para insertarse en la llamada Era del Conocimiento. El bajo potencial innovador de México es histórico y está relacionado con al menos cinco problemas de política interconectados:

1. Precariedad de sus políticas de Estado –consistentes con el enfoque neoliberal adoptado -, para la reconversión industrial: una laxa política fiscal que limita la capacidad de la intervención pública en asuntos estratégicos; precariedad de las políticas de innovación, de corte lineal, parceladas y poco comprometidas; política de investigación y desarrollo tecnológico distorsionadas y tímidas, en algunos casos asociadas a programas o acciones inconexas, erráticas y de corto plazo;
2. Inefectivo (o distorsionado) manejo de la inversión extranjera directa (IED) bajo la modalidad de maquila, disociada de una visión estratégica orientada al aprendizaje local de alto valor agregado (I+D) y la integración de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) como cadenas de proveedores interconectadas;
3. Ausencia de políticas e instrumentos de educación y capacitación para el pleno empleo, disociadas del desarrollo basado en conocimiento;
4. Desvinculación estructural academia – industria, de carácter eminentemente socio-cultural, pero también político-económico: mejor importar tecnología extranjera que hacerla en casa (“*open innovation* a la mexicana”);

5. Pobre cultura colaborativa y de *expertise* interactivo, asociados con una limitada intervención pública para potenciar la conformación de capital social local calificado.

En México las actividades manufactureras de mayor contenido tecnológico suelen concentrarse en empresas maquiladoras de propiedad extranjera, por lo general poco vinculadas con la I+D nacional, lo cual es consistente con las políticas de IED de corte neoliberal implantadas en México desde hace décadas.

El grueso de las PYMES, a su vez, pertenece a sectores industriales tradicionales, con escasa cultura empresarial, poco inclinadas a la colaboración y con poca capacidad innovadora. Mientras algunas logran integrarse a las cadenas de proveedores de las grandes empresas extranjeras asentadas en México, la mayoría andan a la deriva. Adicionalmente, existe una minoría dispersa de emprendimientos de base tecnológica o de servicios: son micro o pequeñas empresas innovadoras, creativas, más vinculados con el exterior, y a menudo, de corta vida.

A diferencia de los países avanzados, que suelen criticar lo “*no hecho aquí*”, para señalar la preferencia y confianza por su tecnología nacional, en México existe el síndrome contrario, de no comprar lo “*hecho aquí*”, que habla de la desconfianza y poca preferencia por la tecnología generada en México. Es decir, en México se tiende a preferir la importación de tecnología, más que a comprar la nacional. Es un problema cultural de larga historia, que retrae el acercamiento entre productores y consumidores de tecnología, asociado con una falta de cultura sobre la certificación y estandarización.

El sistema educativo, a su vez, no tiene estructurada una visión estratégica integral de largo plazo y es poco adaptable a las cambiantes necesidades del sector productivo, para promover la “alfabetización científico-tecnológica-

social”, que interconecte verticalmente desde el nivel básico y superior, hasta el sector productivo industrial, de servicios o de investigación; y transversalmente, que interconecte disciplinas y áreas profesionales. Esta desvinculación interna, se expresará eventualmente, como un problema cultural o idiosincrático de desvinculación externa desde lo local, que afectará el proceso de generación y traducción de conocimiento, por dificultades de formación, de competencias y de habilidades para la comunicación y la colaboración.

Por otra parte, los organismos públicos de investigación, al igual que muchas instituciones de educación superior, por lo general obedecen a una inercia histórica-cultural que privilegia la autonomía en lugar de la interdependencia (Casas, 2007), de manera que en su conjunto, funcionan más como islotes que como un subsistema integrado internamente (interinstitucional) y con el sector productivo, bloqueando así su propia potencialidad para que fluya el conocimiento y aligere las necesidades y problemas del país, región o localidad.

1.3. OBJETIVOS

Con base en la anterior problemática de nuestro país, se planteó la presente investigación con los siguientes objetivos:

- 1) Contribuir a potenciar la capacidad innovadora de las Regiones Industriales Metropolitanas rezagadas (RIMr) para favorecer su desarrollo integral.
- 2) Identificar y analizar los factores que, actuando sinérgicamente, permiten construir competencias para la innovación local generando *milieux* innovadores y sistemas de innovación efectivos.

3) Desarrollar estrategias de intervención gubernamental, para inducir una cultura de vinculación sinérgica Academia - Industria – Gobierno en Regiones Industriales Metropolitanas rezagadas (RIMr) para generar conocimiento e innovaciones que las hagan competitivas, transformando su estado de desarrollo.

1.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para lograr los objetivos mencionados necesitan resolverse las siguientes preguntas:

- ¿Cómo identificar los factores sinérgicos que intervienen en la dinámica de cambio social para el desarrollo en una RIMr?
- ¿Cómo categorizar los factores sinérgicos identificados en términos de atributos de los sistemas sociales y de sus entornos?
- ¿Cómo abordar la dinámica no lineal de los procesos sociales inherentes a la generación de conocimiento y la innovación?
- ¿Cómo analizar la estructura de las interrelaciones que se establecen entre los diversos agentes que intervienen en los procesos de innovación?
- ¿Qué tipo de proceso de inducción debe conducir el Gobierno para establecer una cultura de vinculación sinérgica Academia - Industria – Gobierno en Regiones Industriales Metropolitanas rezagadas (RIMr) para generar conocimiento e innovaciones que las hagan competitivas, transformando su estado de desarrollo?
- ¿Por dónde empezar a intervenir? ¿Cuál es la punta del hilo para inducir el cambio social hacia la capacidad innovadora?
- ¿Qué elementos socio-culturales habría que incluir en el diseño de una visión estratégica de política pública y cómo intervenir a nivel operativo?

CAPITULO 2

MARCO TEORICO Y

CONSTRUCCION DEL OBJETO DE ESTUDIO

2.1. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

Una característica inherente a toda sociedad humana es su capacidad innovadora: es así como nos adaptamos y evolucionamos. La capacidad innovadora –sea local, regional, o nacional, es un proceso recurrente de aprendizaje, creación y explotación de conocimiento, que la sociedad requiere para cubrir su necesidades, resolver sus problemas y, deseablemente, generar bienestar (independientemente de lo se entienda por “bienestar”). La innovación puede abordarse desde diversos ángulos. Aquí la asumimos como proceso y como capacidad. Partimos del supuesto de que la innovación es un proceso complejo, de carácter sistémico, colectivo, que requiere la capacidad de vinculación entre los interesados, para facilitar el flujo continuo de diversos tipos de conocimiento, dentro de una *dinámica de aprendizaje y creación de valor*. Los procesos, conexiones y relaciones que dan vida a la función de vinculación por lo tanto, no son lineales: afectan y son afectados por diversos factores del ambiente, a través del tiempo. Tomarlos en cuenta es fundamental, para potenciar el uso eficiente de conocimiento. Lógicamente, es de esperarse que los niveles de capacidad innovadora y de interconectividad varíen de una localidad a otra, dependiendo de sus estados de desarrollo históricamente forjados, de su geografía, recursos, etc. Y de sus redes de relaciones productivas.

Este trabajo se centra en la construcción de un modelo teórico-conceptual y metodológico para enfrentar un problema muy concreto, y al mismo tiempo, muy complejo, relacionado con la capacidad innovadora en el mundo contemporáneo: la vinculación local academia-industria-gobierno, desde la perspectiva de la problemática que representa una situación de rezago – o

sea, de bajo desempeño innovador -, propia de muchas regiones industriales del mundo en desarrollo, como es el caso de México.

La innovación requiere de múltiples fuentes de conocimiento, expresadas en las distintas competencias incorporadas en las personas, que trabajan en organismos de distinta índole, que pertenecen a diversas esferas de actividad. La motivación, habilidad y capacidad para comunicarse, establecer relaciones perdurables y colaborar – conformar redes productivas -, son en buena medida, facilitadas por sus usos y costumbres, normas y reglas sociales aceptadas, institucionalizadas de alguna manera. Cuando no es así, cuando hay una situación de desvinculación, el desempeño innovador se ve mermado. La situación de desvinculación es un problema de carácter socio-cultural, que arrastra una historia peculiar en las sociedades donde se presenta. Bajo estas condiciones, la intervención pública - *facilitadora* -, es ineludible para inducir el cambio. Precisa “romper” las inercias socio-culturales y reorientar a la localidad particular hacia la creación de sinergias, dentro de una dinámica de revitalización. Ya que en contextos de subdesarrollo la emergencia de sistemas de innovación funcionales no ocurre espontáneamente, intervenir consistente y coherentemente para facilitar procesos conducentes al cambio, dentro de una visión integral, sistémica y sostenible es el desafío.

Aquí se plantea que para enfrentar el problema de la desvinculación es necesario impulsar un cambio socio-cultural mediante la inducción de la auto-organización de *capital social calificado / redes colaborativas*, mediante el diseño e implementación de instrumentos sistémicos y mecanismos de intermediación estratégicos -, para favorecer la colaboración intersectorial local. De esta manera, se potenciará la creación continua de conocimiento, para revitalizar el sector productivo local. Es de esperarse que bajo este esquema, la *capacidad de absorción tecnológica* se vea incrementada progresivamente y se generen círculos virtuosos de aprendizaje colectivo.

Plantear la conformación de capital social relevante como *pre-condición* para el impulso tecno-industrial local significa atacar una falla sistémica, como primer paso dentro de una visión estratégica de largo plazo. En el horizonte – como atractores deseables -, aparecen *milieux* innovadores, apuntalados en dinámicas conducentes al sostenimiento de sus ventajas colaborativas. En el corto /mediano plazo, significaría potenciar la capacidad para resolver los propios problemas tecno-industriales básicos, dentro de una visión estratégica de conformación de redes de proveedores integradas, en el mediano y largo plazo.

En suma, la propuesta es que la intervención pública puede facilitar *la comunicación* y establecimiento de relaciones productivas entre las diversas esferas de actividad, favorecer una *cultura de colaboración* y conformación de una visión compartida de sentido de futuro en la colectividad, para potenciar la creación continua de conocimiento. Ello implica mejorar la *estructuración y funcionalidad sistémica*. La dimensión socio-cultural en una primera fase de intervención, es canalizada hacia el funcionamiento del *proceso de flujo de conocimiento* en conexión con *el proceso de conformación de capital social/redes de aprendizaje*, como elemento o mecanismo clave para *dar cohesión al sistema*. La conformación de redes cohesionadas – o vinculación -, es considerada aquí como *pre-condicionante* para favorecer el flujo de conocimiento productivo a nivel local y por consiguiente, un elemento clave en la configuración del *paisaje de aptitud*^v conducente a cambiar el *nivel de estado* de la capacidad innovadora local.

En este capítulo revisaremos los enfoques teóricos y metodológicos que aplicaremos para poder construir el objeto de estudio y resolver el problema: el enfoque de los Sistemas Complejos, incluido el enfoque sistémico, la Cibernética y las Ciencias de la Complejidad; Sociología Relacional, Análisis

^v Ver definición en el Anexo I

de Redes Sociales, Teoría de la Innovación y Análisis de los Procesos de Intervención.

2.2. LAS TEORÍAS DE LA COMPLEJIDAD SOCIAL

La importancia de la *interconectividad* en las relaciones sociales y el concepto de *sistema* han estado presentes prácticamente desde los inicios del pensamiento sociológico en el siglo XIX y principios del XX, representados primordialmente por Marx, Weber, Comte, Durkheim, Spencer y Pareto. Estos autores, reconocidos como los padres de la Sociología -, aun teniendo enfoques e intereses explicativos tan diversos, contribuyeron a la conformación del pensamiento sistémico, en sus esfuerzos por responder de una u otra forma al desafío de la creciente complejidad de la sociedad industrial (Castellani y Williams, 2009). La Tabla 2.1 es un resumen de las primeras contribuciones hechas por estos autores, al concepto de *sistema social*.

Contribuciones Seminales para el Concepto de <i>Sistema Social</i>	
Autor	Aplicación del Concepto de Sistema Social
Marx	Sistemas económicos de Europa; Con Engels, estructura de clases que estos sistemas producían
Durkheim	Sistemas culturales y papel funcional de la solidaridad, y el papel que juegan en el sostenimiento de la sociedad moderna
Comte	Etapas evolutivas a través de las cuales ha pasado la sociedad, como sistema social
Weber	Compara los sistemas económico y cultural en evolución, junto con el papel que juega la burocracia en la organización de la sociedad occidental crecientemente compleja.

Spencer	Estudia el papel que la lucha y la competencia – y alternativamente, la negociación y la cooperación –, juegan en la formación, evolución y mantenimiento de la sociedad.
Pareto	Estudia cómo sociedades modernas similares (como sistemas sociales) tienden a reproducir estructuras similares de desigualdad (regla 80-20, ley de poder).
Fuente: Elaboración propia, con base en el texto de Castellani, 2009.	

Tabla 2.1. Contribuciones Seminales para el concepto de *Sistema Social*

2.2.1. Conformación de la Moderna Teoría General de Sistemas

La Teoría General de Sistemas es el estudio de las relaciones entre los elementos. El término *sistema* es de larga historia, prácticamente desde la Filosofía Griega, pasando por las aportaciones de Descartes, Spinoza, Leibnitz, Kant, Comte, etc., entre los siglos XVI y XIX. Hegel (1770-1831) en particular lo enriquece: *el todo es más que la suma de las partes*; el todo determina la naturaleza de las partes: las partes no pueden comprenderse si se consideran en forma aislada del todo; las partes están dinámicamente interrelacionadas o son interdependientes.

Pero es con von Bertalanffy, en los 1950s, cuando la moderna Teoría General de Sistemas cristaliza propiamente, influido por la Biología “organicista” y las ideas evolucionistas. La sociedad pasa entonces a ser vista como un objeto real, viviente, orgánico; es emergente, auto-constituida, delimitada; responde al ambiente y es funcionalmente diferenciada; *está conformada por su propia red de comunicación*, la cual permite a sus diversos subsistemas (económico, político, cultural, legal, etc.) coordinarse unos a otros; está constantemente evolucionando, creciendo, cambiando y

desarrollándose, buscando el equilibrio y la cohesión (Von Bertalanffy, 1968; Castellani y Williams, 2009).

La perspectiva evolucionista en el análisis del sistema social humano es una manera de entender su complejidad. En estos términos, von Bertalanffy (1968) introduce la idea de *fase de estado* particular, que *emerge* y se desarrolla en el tiempo. Según esto, a medida que las sociedades incrementan su diferenciación interna (por ejemplo, los centros industriales o urbanos), crecen en complejidad: crece la división del trabajo, las instituciones burocráticas, etc. Dicha perspectiva buscaba una *conceptualización holística*, entendiendo al organismo como un *sistema abierto*, en constante intercambio con otros sistemas circundantes por medio de *complejas interacciones*. Con base en esta teoría, von Bertalanffy (1968) fue desarrollando progresivamente (entre 1937 y 1968) su Teoría General de Sistemas, para explicar diversos temas científicos y filosóficos, incluyendo la concepción humanista de la naturaleza humana, contrapuesta a la concepción mecanicista y lineal (Lara-Rosano, 2011).

Según von Bertalanffy (1968), las propiedades de *los sistemas no pueden ser descritas en términos de sus elementos separados*; su comprensión se presenta cuando se estudian globalmente. Para este autor, los sistemas se basan en tres premisas:

1. *Los sistemas existen dentro de sistemas*: cada sistema existe dentro de otro más grande.
2. *Los sistemas son abiertos*: es consecuencia del anterior. Cada sistema que se examine, excepto el menor o mayor, recibe y descarga algo en los otros sistemas, generalmente en los contiguos. Los sistemas abiertos se caracterizan por un proceso de cambio infinito con su entorno, que son los otros sistemas. Cuando el intercambio cesa, el sistema se desintegra; esto es, pierde sus fuentes de energía.

3. *Las funciones de un sistema dependen de su estructura:* para los sistemas biológicos y mecánicos esta afirmación es intuitiva. Los tejidos musculares por ejemplo, se contraen porque están constituidos por una estructura celular que permite contracciones.

Los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas son^{vi}:

- *Autopoiesis* – cómo se construyen un sistema a sí mismo
- *Identidad* – cómo es identificable un sistema
- *Homeostasis* – cómo permanece estable un sistema
- *Permeabilidad* - Cómo interactúa un sistema con su ambiente

17

2.2.2. Cibernética de Primer Orden

La Cibernética (del griego *cyber* = timonero; controlador – en el sentido de dar dirección), es un concepto que surge en la década de los 1940 como la ciencia de la información y el control en los seres vivos y en las máquinas. Esta primera fase o vertiente de la cibernética es conocida como *Cibernética de Primer Orden*. Las ideas centrales de la cibernética, según Wiener (1985), son:

- *Metas:* intención de alcanzar el estado deseado
- *Actuación* – Tener un efecto sobre el ambiente
- *Detección* – verificación de la respuesta del ambiente
- *Evaluación* – comparación el estado actual con la meta del sistema

2.2.3. Sistemas Complejos (Cibernética de Segundo Orden, Sociocibernética)

Una segunda vertiente de la Cibernética se ha venido perfilando, para conformar la llamada Cibernética de Segundo Orden, orientada a abordar propiamente el estudio de los sistemas sociales. En su proceso de

^{vi} Una explicación más amplia de los conceptos asociados con el enfoque de sistemas complejos aparece en el Anexo I.

conformación, todavía en curso, los autores le llaman también Sociocibernética o *Ciencia de la Complejidad* (Prigogine, 1997).

Los sistemas sociales no sólo son más difíciles de conducir, sino que las interacciones con sus ambientes son imposibles de predecir, salvo unos cuantos pasos adelante. Son, por definición, sistemas complejos y no lineales. Estos llamados sistemas de segundo orden tienen la habilidad de reflejar sus propias operaciones sobre el ambiente o sobre sí mismos. Tales operaciones generan variedad y redundancia, lo cual incrementa *la resiliencia*. La Cibernética de Segundo Orden o Sociocibernética, dice Geyer (1994), es un paradigma que hace más justicia a las constantes nuevas complejidades de la interacción humana en curso, y se aleja de supuestos simplistas sobre la constancia del comportamiento humano.

La Sociocibernética emerge de la interconexión de nuevos conceptos, los cuales han venido surgiendo de campos cercanos de conocimiento en busca de explicación para el cambio social, cada vez más complejo, al que el método científico convencional, derivado del paradigma newtoniano, con su visión reduccionista, mecanicista, lineal y determinista, de orden y estabilidad, ya le quedaba corto. Actualmente, la Sociocibernética es una de las disciplinas de la *Teoría de la Complejidad*, que en realidad no es una teoría sino una variedad de enfoques que se están desarrollando para los sistemas complejos (Stacey, 2001). Lara-Rosano (2011) señala a su vez que el enfoque de sistemas complejos es un meta paradigma metodológico, aplicable a cualquier campo de las ciencias. Hoy día no existe, pues, una definición universal de *sistema complejo*: según el contexto de investigación, los sistemas complejos son definidos por sus diferentes atributos.

La fuerza del enfoque de sistemas complejos viene de su supuesto básico, de que existe una inherente realidad de incertidumbre (Allen, 2001), y de que no se puede reducir un sistema a un modelo mecánico, burocrático, que

pase por alto los cambios adaptables que afectan a un sistema (Daly *et al.* 2009). Otros autores como Morrison (2002) señalan que un desplazamiento de la perspectiva formal a la informal, y de la macro a la micro, pueden potenciar el entendimiento de los mecanismos subyacentes, y con ello, las posibilidades de éxito de la intervención para el cambio. Con base en este razonamiento, se ha venido despertando el interés de los investigadores en ciencias sociales por la naturaleza no lineal e impredecible de los sistemas, aplicando el enfoque de *sistemas complejos* (Cilliers, 2001).

2.2.4. Conformación del Enfoque de Sistemas Complejos como Paradigma Metodológico

La conceptualización que ofrece la Teoría de la Complejidad abre nuevos caminos de explicación para las ciencias sociales, más en línea con los acelerados cambios socio-económicos actuales. Este enfoque integra en el análisis el desorden, la inestabilidad, la diversidad, el desequilibrio, las relaciones no lineales entre sistemas abiertos, la morfogénesis, la temporalidad y la probabilidad, etc. (Geyer, 1994). En esencia, investiga cómo las relaciones entre las partes dan lugar a comportamientos colectivos de un sistema, y cómo el sistema interactúa y forma relaciones con su ambiente. Los comportamientos de los sistemas naturales y sociales, siendo organizados, son impredecibles y fundamentalmente complejos, en tanto que sus manifestaciones físicas son difíciles de definir. Trata, por lo tanto, con *procesos estocásticos*^{vii}.

Wilhem (1998) a su vez, destaca cuatro premisas de la teoría de sistemas complejos:

^{vii} Se denomina estocástico al sistema cuyo comportamiento es intrínsecamente no determinístico. Un proceso estocástico es aquel cuyo comportamiento es no determinista, en la medida que el subsiguiente estado del sistema está determinado tanto por las acciones predecibles del proceso como por elementos aleatorios

1. *Auto-organización y propiedades emergentes* – los agentes de los sistemas adaptables complejos forman y reconfiguran patrones de conexiones y comportamiento que son auto-organizados, es decir, no impuestos desde fuera del sistema. A medida que esto sucede, emergen nuevas propiedades o atributos.
2. *Adaptación y co-evolución* – los sistemas adaptables complejos mantienen elementos esenciales de estructura para mantener el balance entre las demandas externas y necesidades internas. Al mismo tiempo, ellos cambian en respuesta a su ambiente, así como el ambiente cambia en respuesta al sistema.
3. *El poder de los pequeños eventos* – “los pequeños eventos, aparentemente menores, dan lugar al surgimiento de grandes resultados, los sistemas son sensibles en cualquier momento en el tiempo a las condiciones prevalecientes en ese momento y pueden así iniciar procesos de cambio que son substanciales y dramáticos” (Rosenau, 1997)
4. *Sensibilidad a las condiciones iniciales* –incluso los cambios más ligeros en las condiciones iniciales pueden conducir a resultados muy diferentes. Lo que no significa que esos resultados sean siempre malos (Rosenau, 1997).

La Teoría del Caos por su parte, surge en la segunda mitad del siglo XIX con Poincaré (1854-1912). Algunas veces la Teoría de la Complejidad es asociada, comparada o confundida con la “Teoría del Caos”, siendo esta última más correctamente descrita como una rama de la dinámica no lineal, de carácter determinista, a la vez que una sub-rama de la Teoría de la Complejidad. Dicho de manera simple por Stacey (1992), *“la teoría del caos tiene que ver con resultados complicados de interacciones simples, en tanto que la teoría de la complejidad mira hacia los resultados simples de interacciones complicadas”*.

La Teoría del Caos estudia el comportamiento de sistemas dinámicos no lineales que son altamente *sensibles a las condiciones iniciales* (por ejemplo, el “efecto mariposa”). Según esto, pequeñas diferencias iniciales provocan resultados ampliamente divergentes, aunque el comportamiento futuro en el largo plazo sea prácticamente imposible de predecir con precisión. Aquí el determinismo se refiere precisamente a que el comportamiento futuro es completamente determinado por sus condiciones iniciales, sin elementos aleatorios involucrados. La naturaleza determinista de estos sistemas, sin embargo, no los hace predecibles (Kellert, 1993). Este comportamiento es conocido como *caos determinista*. Edward Lorenz lo resume de la siguiente manera: “*cuando el presente determina el futuro, pero el presente aproximado no determina aproximadamente el futuro*” (Lorenz, 1963).

La Teoría de la Complejidad a su vez, está enraizada en la Teoría del Caos, pero es diferente. Al respecto, Prigogine (1997) señala que *la complejidad es no determinista* – la sensibilidad a las condiciones iniciales importa, pero no es determinante, porque *la historia importa* (“*path dependence*”^{viii} Arthur, 1999). En este sentido, Prigogine considera que los sistemas pueden distinguirse en sistemas en equilibrio, sistemas fluctuantes cerca del equilibrio mediante retroalimentación, y *sistemas lejos del equilibrio* (Prigogine, 1997). Así, vemos que la teoría de la complejidad es un ámbito entre el orden determinista y la aleatoriedad, que es compleja. Esto es referido en la literatura como “*al borde del caos* (Per Bak)”.

Colander (2000) sigue a Prigogine al decir que el estudio de la complejidad es lo opuesto al estudio del caos. La complejidad, según este autor, trata con un enorme número de conjuntos de relaciones extremadamente complicadas y dinámicas que pueden generar algunos patrones de comportamiento simples, en tanto que el comportamiento caótico, en el sentido de caos

^{viii} “*path dependence*” alude a la historia. En español sería “dependencia de la trayectoria del pasado”.

determinista, es el resultado de un número relativamente pequeño e interacciones no lineales.

Por lo tanto, la principal diferencia entre sistemas caóticos y sistemas complejos **es su historia**: Los sistemas caóticos no se sustentan en su historia, como lo hacen los sistemas sociales complejos (Arthur, 1999). El comportamiento caótico empuja a un sistema en equilibrio, estable, dentro de un orden caótico. Los sistemas sociales complejos, tienden a *evolucionar lejos del equilibrio, al borde del caos*. Evolucionan hacia un estado crítico construido por una historia de eventos irreversibles e inesperados Figura 2.1

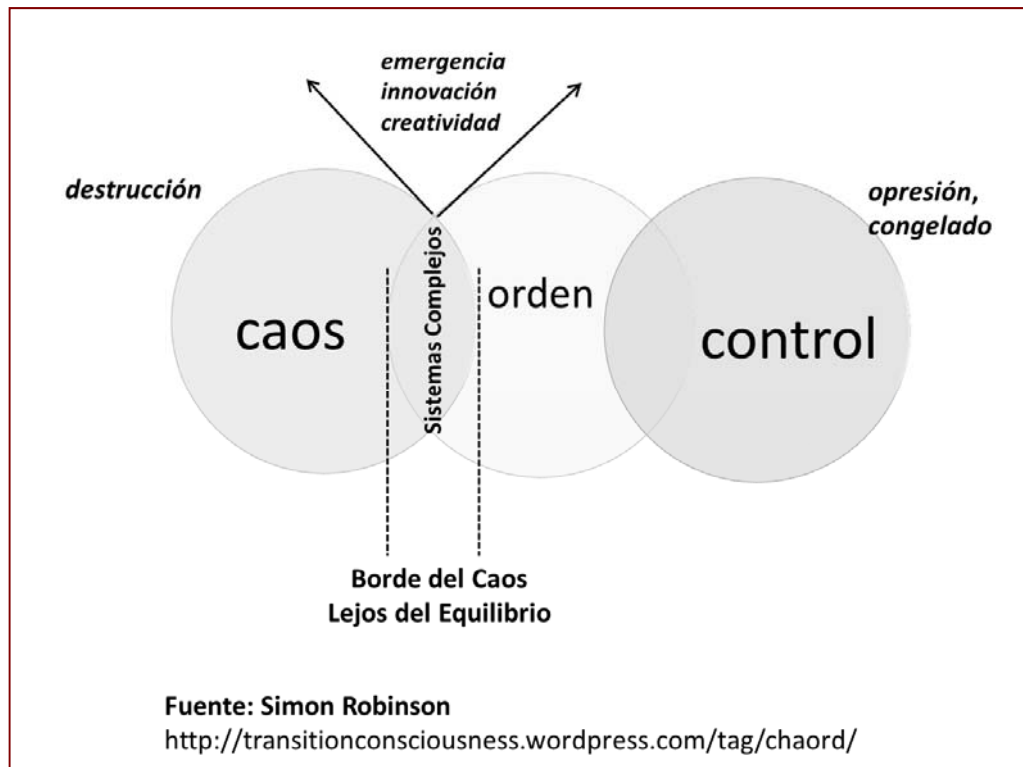


Figura 2.1. Al Bordo del Caos y Sistemas Complejos

Fuente: Robinson 2011. Anotaciones mías

Entre los conceptos clave derivados de la teoría del caos, apunta Lorenz, están los *atractores extraños* (comportamiento caótico), *sensibilidad a las condiciones iniciales* (efecto mariposa), *fractales* (invarianza de escala) y

otros como *sistemas disipativos* (formación espontánea de patrones), algunos de los cuales se han integrado al léxico de los sistemas complejos.

Los *sistemas complejos* reales tienen períodos finitos de tiempo en el largo plazo; son robustos: poseen potencial para el cambio cualitativo de tipo radical, manteniendo su integridad o *resiliencia* (por ejemplo, la metamorfosis). Estos procesos evolutivos son posibles precisamente, al llegar a situaciones al *borde del caos*.

Pascale (1999) propone aplicar los mismos principios de un sistema viviente a la organización: 1) equilibrio es muerte; 2) La innovación ocurre usualmente *al borde del caos*; 3) la auto-organización y la emergencia ocurren naturalmente; 4) las organizaciones sólo pueden ser perturbadas, no dirigidas.

Aunque la complejidad y el caos con frecuencia son usados intercambiabilmente, no son pues, lo mismo. La distinción es importante. El mundo, dice Pascale (1999), no es caótico sino complejo. Los sistemas vivientes son complejos, nunca caóticos. Una buena visualización de las interconexiones teóricas entre la Teoría del Caos y la Teoría de la Complejidad es el modelo conceptual desarrollado por este autor, utilizando “*estado al borde del caos*” como concepto-puente entre ambas teorías, como puede verse en <http://www.xmind.net/m/5kra/>.

Por otra parte, hay que decir que el *sistema complejo*, por su naturaleza de explicación transdisciplinaria, no ha logrado una definición única. La más sencilla es que un sistema es complejo por el gran número de información que lo contiene: un sistema complejo se evalúa por la cantidad de información necesaria para describir el comportamiento del sistema ante el entorno. Otra definición más elaborada es que un *sistema complejo* está compuesto por varias partes interconectadas o entrelazadas, cuyos vínculos

crean información adicional no visible anteriormente por el observador. Como resultado de las interacciones entre sus elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Dichas propiedades se denominan *propiedades emergentes* (Lara,-Rosano, 2011).

En contraposición, un *sistema complicado* también está formado por varias partes pero los enlaces entre éstas no añaden información adicional: basta con saber cómo funciona cada una de ellas para entender el sistema (por ejemplo, un avión).

En un sistema complejo, en cambio, *existen variables ocultas, variables lentas* o variables rápidas (Walker, 2012), etc., cuyo desconocimiento nos impide analizar el sistema con precisión. Así pues, *un sistema complejo, posee más información que la que da cada parte independientemente*. Para describir un sistema complejo hace falta no sólo conocer el funcionamiento de las partes sino conocer el funcionamiento del sistema complejo una vez relacionadas sus partes entre sí.

Los sistemas complejos están compuestos en forma jerárquica por subsistemas interrelacionados, cada uno de los cuales contiene a su vez sus propios subsistemas hasta llegar a sus componentes elementales. Sus interrelaciones son de carácter no lineal y dinámico. Por otra parte, el sistema tiene propiedades emergentes que adquieren valores y definen su estado. Estas propiedades sistémicas resultan del proceso de interacción entre los integrantes del sistema. Cada nuevo estado es sólo una transición, del que depende la supervivencia del conjunto (Lara –Rosano, 2011).

El estudio de un sistema complejo implica estudiar sistemas abiertos, procesos irreversibles, estados de desequilibrio y, en sistemas humanos y sociales, explicaciones *teleológicas* (Lara-Rosano, 2011). En los sistemas

complejos que comprenden integrantes teleológicos – como sería nuestro caso -, es necesario aplicar conjuntamente el enfoque causal y el enfoque teleológico, para poder tomar en cuenta tanto la influencia de mecanismos causales como de razones teleológicas y anticipatorias en el comportamiento del sistema y de sus integrantes.

Los sistemas complejos pueden dividirse en dos grupos:

1] *Sistemas complejos deterministas (no adaptables)*, con parámetros constantes que definen el comportamiento del sistema; la Teoría del Caos se concentra en examinar estos tipos de sistemas. En este trabajo no nos ocuparemos de este tipo de sistemas; sin embargo, algunos conceptos derivados de la teoría del caos son aplicables a los sistemas adaptables, como el de *estado al borde del caos*, que utilizaremos aquí.

2] *Sistemas adaptables complejos*, involucran “agentes” animados (animales, humanos) quienes, por supuesto, están involucrados en “la agencia”, interaccionan, aprenden, modifican su comportamiento y evolucionan. Son los sistemas biológicos y sociales. Los agentes también interaccionan con componentes inanimados (por ejemplo, el clima, fenómenos geológicos, artefactos, etc. (Choi, 2005). En este trabajo nos interesan los sistemas adaptables complejos.

2.2.5. Sistemas Adaptables Complejos (CAS)

Los Sistemas Adaptables Complejos (CAS por sus siglas en inglés) son por definición, evolutivos. Todos los sistemas evolutivos, sean naturales o sociales pueden estar en cuatro tipos de *estados de sistema*: estados de equilibrio, estados cerca del equilibrio, *estados alejados del equilibrio* y estados caóticos (Prigogine y Stengers, 1984). Los dos primeros tipos de estados se dan usualmente en sistemas lineales. Pero en un sistema dinámico no lineal, los dos últimos pueden ser inherentes al sistema. La esencia de un sistema complejo no lineal es su estructura interna de red de

elementos interrelacionados, conectiva y compleja, y su comportamiento dinámico.

El concepto de *sistemas adaptables complejos* (CAS) se refiere a un tipo de sistemas que refleja la dinámica, la naturaleza interactiva e interdependiente de la adaptación a un ambiente externo (Seel, 1999). Es decir, son sistemas que tienen la capacidad de adaptarse o responder a sus ambientes de manera no lineal: con cada cambio o respuesta, el sistema puede “elegir” entre más de un curso de acción, a diferencia de una dirección singular en un sistema mecánico (Allen, 2001). Paradójicamente, se mueven entre el caos y el orden; la libertad y el control; se adaptan e influyen en el ambiente (Dooley, 1997; Mitchell, 2009). Mitleton-Kelly (2003). dice que para que un sistema sea considerado sistema adaptable complejo, los actores tienen que tener la oportunidad de interactuar, ser dependientes o interdependientes unos de otros para la acción, y cambiar en respuesta a las condiciones del ambiente.

Los *sistemas adaptables complejos* (CAS) se caracterizan por las relaciones dinámicas entre variables. A medida que cambian estas relaciones, el comportamiento temporal del sistema puede cambiar de lo plano y regular a lo inestable e irregular, e incluso hasta el punto de llegar a un estado aparentemente aleatorio, referido como *caótico* (Kiel, 1994). Los CAS son por definición, evolutivos.

Cilliers (1998) sintetiza las siguientes características que definen un *sistema (adaptable) complejo*:

1. *Gran número de elementos. No se puede entender el sistema por medios convencionales.*

2. *El número de elementos es necesario, pero no suficiente. Los elementos tienen que interactuar, y esta interacción ha de ser dinámica. Los sistemas complejos cambian con el tiempo. Las interacciones no tienen que ser físicas: pueden ser flujos, como la transferencia de información.*

3. *La interacción debe ser suficientemente abundante. Cualquier elemento en el sistema influye y es influenciado por otros muchos. El comportamiento del sistema, sin embargo, no es determinado por la cantidad exacta de interacciones asociadas con elementos específicos. Si hubiera suficientes elementos en el sistema (de los cuales algunos serían redundantes), un número de elementos dispersamente conectados podrían desempeñar la misma función que aquel otro elemento ricamente conectado. Esta característica le da estabilidad y resiliencia al sistema.*

4. *Las interacciones mismas tienen un número de importantes características: las interacciones son no lineales. La no linealidad garantiza que pequeñas causas tengan grandes resultados, y viceversa. Es una precondition de la complejidad.*

5. *Las interacciones tienen un rango muy corto. Por ejemplo, la información es recibida primariamente de los vecinos inmediatos. La interacción de largo rango no es imposible, pero los límites prácticos normalmente las limitan. Esto no impide la influencia de amplio espectro: si la interacción es abundante, la ruta de un elemento a cualquier otro normalmente puede ser cubierta en unos cuantos pasos. Como resultado, la influencia se obtiene modularmente a lo largo del camino. Ésta puede ser incrementada, suprimida o alterada por un número de vías.*

6. *Hay bucles en las interacciones. El efecto de cualquier actividad puede retroalimentarse en sí mismo, algunas veces directamente; otras veces, después de un número de etapas intermedias. Esta retroalimentación puede*

ser positiva o negativa. Ambos tipos son necesarios. El término técnico de este aspecto del sistema complejo es la recurrencia.

7. Los sistemas complejos son normalmente abiertos: interactúan con su ambiente. Cabe mencionar que a menudo es difícil definir el límite de un sistema complejo. En lugar de ser una característica del sistema mismo, el alcance del sistema normalmente es determinado por el propósito de la descripción del sistema, y así, es influido por la posición del observador. Este proceso es llamado enmarcación. Los sistemas cerrados usualmente son meramente complicados.

8. Los sistemas complejos operan lejos del equilibrio. Hay un flujo constante de energía que mantiene la organización del sistema y asegura su sobrevivencia. El equilibrio aquí es sinónimo de muerte.

9. Los sistemas complejos tienen una historia. No sólo evolucionan en el tiempo, sino que su pasado es corresponsable de su comportamiento presente (path dependence) (Arthur 1999).

10. Cada elemento en el sistema es ignorante del comportamiento del sistema como un todo, responde sólo a la información que está disponible a él localmente. Este punto es muy importante, señala Cilliers (1998). Si cada elemento “supiera” lo que estuviera sucediendo en el sistema como un todo, todo lo de la complejidad tendría que estar presente en ese elemento, lo cual es imposible. La complejidad es el resultado de la abundante interacción de elementos simples que solo responden a la limitada información que se le presenta a cada uno de ellos. Cuando vemos el comportamiento de un sistema complejo como un todo, nuestro enfoque se desplaza del elemento individual en el sistema a la estructura compleja del sistema. La complejidad emerge como resultado de los patrones de interacción entre los elementos.

A su vez Daly (2009), siguiendo a Dooley (1997) y a Allen (2001), apunta que los sistemas adaptables complejos evolucionan de acuerdo con dos principios clave:

1. *El orden es emergente*, en oposición a predeterminado. El estado del sistema a menudo es impredecible y no puede regresar a su estado original exacto (Dooley, 1997). Sin embargo, hay regularidades que establecen patrones de comportamiento, de donde emergen las propiedades peculiares del sistema, como se ilustra en la Figura 2.2.

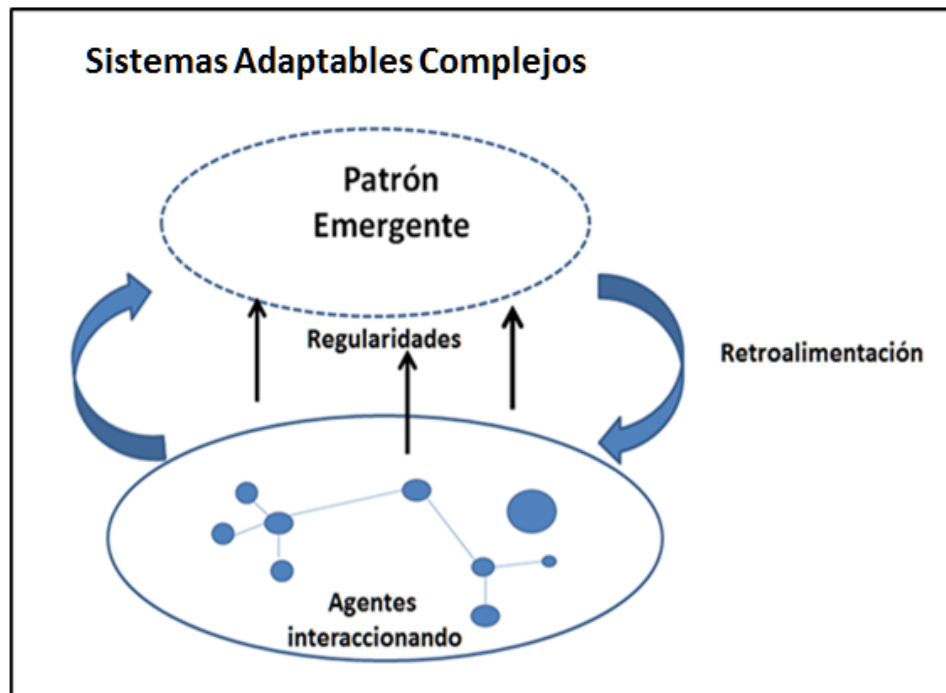


Figura 2.2 Sistemas Adaptables Complejos

Fuente: Fryer & Ruis: www.fractal.org/Fractal-system.htm. Adaptación mía.

2. *La naturaleza del cambio es dinámica*. No sólo un actor dado dentro del sistema cambia con el tiempo, sino que también lo hacen los actores que le rodean, el sistema y a su vez, el ambiente en el cual interactúan todos ellos (Allen, 2001).

La idea de la naturaleza no lineal e impredecible de los fenómenos socioeconómicos, y su integración en el concepto de *sistema adaptable complejo*, ha venido a abrir nuevas y refrescantes perspectivas para las Ciencias Sociales del Siglo 21 (Cilliers, 2001).

Una característica de los sistemas complejos es que están formados por múltiples interacciones constitutivas, en múltiples niveles de organización, causalmente relacionados por la composición (Auyang, 1999). La técnica del microanálisis sintético, propuesta por esta autora, reconoce que no es humanamente posible predecir muchas estructuras del sistema debido a que el número de posibles configuraciones generadas en la composición de gran escala es abrumador. Por ello, no es viable aplicar el simple método de abajo a arriba (bottom-up) estipulado por el micro-reduccionismo (“el todo es la suma de las partes”). La imprevisibilidad, sin embargo, no es inexplicabilidad, dice Auyang, porque la explicación tiene la ayuda de la retrospectiva.

El Microanálisis Sintético busca observar, primero, las estructuras globales del sistema y analizarlas, entonces, en términos de las leyes de los constituyentes. Para esto necesitamos primero, una visión del todo, de arriba abajo (top-down) para identificar las propiedades emergentes de la naturaleza, delinear fenómenos macroscópicos con conceptos de sistemas, y entonces llegar hasta abajo para encontrar sus micro-mecanismos subyacentes, en sentido dialéctico.

El Microanálisis Sintético es un proceso de ida y vuelta, cíclico, para analizar y “manejar” procesos de auto-organización. Aunque pudiera parecer contradictorio pensar en organizar algo que se auto-organiza (dado que los agentes hacen lo que quieren), la propuesta de este método es la siguiente: es un proceso equilibrado, que combina análisis de arriba hacia abajo con síntesis de abajo hacia arriba, donde podemos definir, paso a paso, “las reglas del juego”. El proceso de abajo hacia arriba es requerido para

asegurar la diversidad (elementos innovadores, aleatorios, sorprendentes). El proceso de arriba hacia abajo es requerido para asegurar la unidad (como la función, calidad y orientación a metas) Juntos, ellos forman un proceso de viaje redondo (Auyang, 1999).

En el Microanálisis Sintético las leyes que gobiernan los constituyentes son importantes, pero el conocimiento de ellos sólo es una pequeña parte del conocimiento sobre grandes compuestos. Los efectos inmediatos de las leyes pertenecen a las fuerzas pequeñas entre constituyentes individuales, las cuales forman una **compleja red de interacción** mutua, como puede verse en la Figura 2.3.

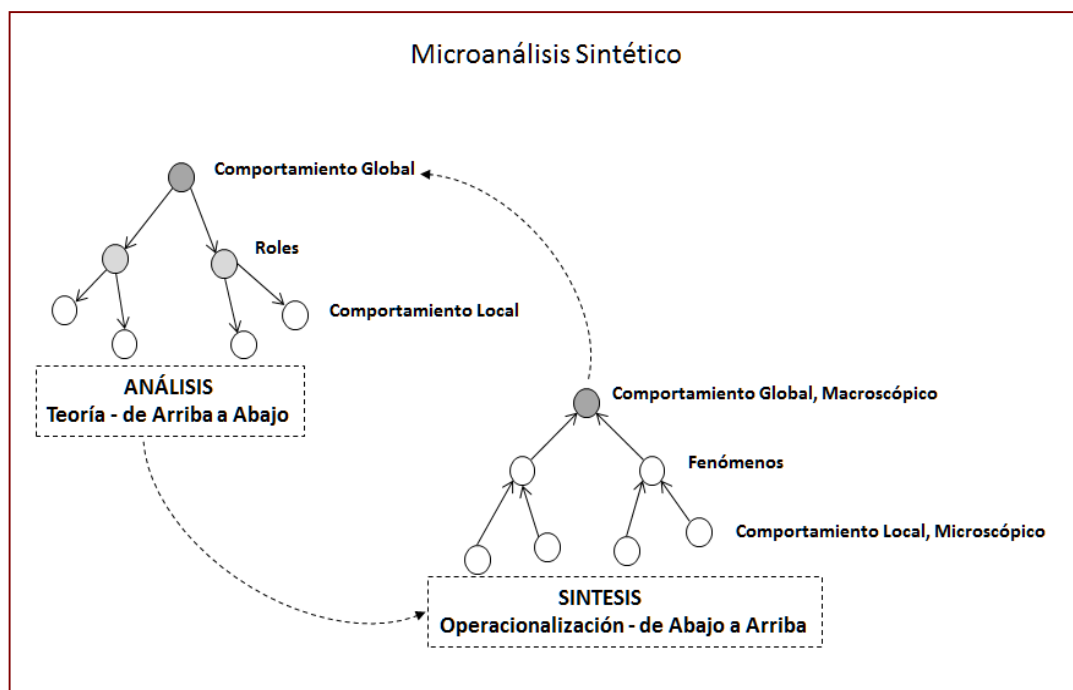


Figura 2.3. Microanálisis Sintético

2.3.TEORÍA SOCIOLÓGICA RELACIONAL

Donati (1993) elabora una teoría sociológica de tipo relacional para el estudio de la complejidad social. Según esta teoría, la realidad no puede explicarse

únicamente a través de hechos sociales físicos que se suceden en el espacio-tiempo de manera lineal, sino como configuración de realidades relacionales que se articulan y emergen de manera muy diversa, se reproducen, cambian y desaparecen con el paso del tiempo. Desde esta perspectiva, el cambio social supone siempre un cambio en cómo se configuran y establecen las relaciones sociales entre los diferentes actores, sean individuales o colectivos, influyendo en su manera de pensar y actuar, y que por ello pueden dar lugar a transformaciones sociales (Donati 1993) De acuerdo con esto, *el cambio social “es la emergencia de realidades sociales ejercidas por sujetos individuales o colectivos que están en relación unos con otros en un determinado contexto”*.

Según la lógica relacional de Donati, es la **interconexión de los motivos de los individuos con las condiciones culturales y estructurales** a la hora de actuar y relacionarse, lo que explica la dinámica de un sistema social. Es decir, que hemos de entender la relación de interdependencia entre motivaciones individuales y condiciones estructurales o sistémicas, a través de la cual se construye la lógica relacional, para estudiar la complejidad social.

2.3.1. La Relación Social

La *relación social* se refiere a las relaciones entre la gente y su mundo social: cómo se organiza y da significados a los mundos que habita. Las personas construyen su identidad en relación a la familia, a otra gente, a las prácticas culturales, profesionales, género, clase social /sistemas políticos, sexualidad, ubicación geográfica, habilidades físicas o mentales, etc. La relación social denota pues, *interacción, asociación, cooperación, conexión, interdependencia y pertenencia*. Es esencialmente, una relación entre-individuos y/o grupos, basada en diversos tipos de compromiso social (afectivos, de negocios, de solidaridad, etc.).

Las relaciones sociales, derivadas de la *agencia individual*, forman la base de la *estructura social*. Por ello, pasan a formar el objeto básico de análisis según la conceptualización relacional. Una relación social se refiere a la relación entre dos (*diada*), tres (*triada*) o más individuos (grupo social), que van conformando redes sociales. Dicho de otra manera, *el componente esencial de las redes es la relación social*. La *red* es una de las formas sociales dentro de un vasto conjunto, conformado por instituciones, disciplinas, regímenes, colectivos, etc., dentro de lo que Harrison White llama “*contextos*” (White, 1992).

La relación social puede referirse a una multitud de interacciones sociales, reguladas por normas sociales, entre dos o más personas, teniendo cada una, una posición y realizando un papel social. Como resultado de la relación y el contenido dado por el proceso de socialización, se va modificando la conducta, en una secuencia de relaciones, como proceso de conocimiento y aprendizaje (Gallino, 2005). La *percepción, la motivación, el aprendizaje y la adaptación* derivan de la relación social mediante el intercambio de reglas, y creencias. Las relaciones sociales forman la base de conceptos como *organización social, capital social, estructura social, movimiento social y sistema social, etc.* (Kennedy y Eberhart, 2001).

2.3.2. Proceso Social

Relación social y proceso social son dos aspectos de una y la misma cosa. La *relación social es el aspecto estático*, en un determinado momento de un proceso de interacción. En la realidad, sin embargo, la relación social es siempre dinámica: es un proceso que *consiste en acciones relacionadas de dos o más personas en el tiempo*. La acción genérica del proceso social, es equivalente al concepto de *interacción*: las influencias recíprocas que crean o modifican una relación humana. La relación social, sin embargo se refiere a un vínculo perdurable, en tanto que la interacción puede ser momentánea, como una transacción comercial. La mente es social: la cultura y la cognición

son inseparables de la sociabilidad humana (Kennedy y Eberhart, 2001). Por lo tanto, el conocimiento es considerado un proceso social.

2.3.3. Estructura Social

Calhoun, Light y Keller (2000) definen la estructura social como *“el patrón de relaciones, posiciones y número de personas que constituyen el esqueleto de la organización social de una población, ya sea de un grupo pequeño o de toda una sociedad. Las relaciones se dan siempre que las personas se implican en patrones de interacción continuada relativamente estable, y de mutua dependencia.*

“Las posiciones (a veces denominadas estatus) consisten en lugares reconocidos en la red de relaciones sociales, que suelen llevar aparejadas expectativas de comportamiento (roles). El número de personas dentro de diferentes categorías tienen consecuencias para la estructura social. Por lo que la estructura social es una fuente importante de estabilidad en la vida social, pero los factores estructurales también pueden producir y modelar el cambio en esa estructura”. (Calhoun, Light y Keller, 2000).

2.4. TEORÍA DE REDES SOCIALES

El estudio de las relaciones sociales entre individuos, organizaciones o países tiene gran importancia porque a través de ellas se transmiten conductas, actitudes, tendencias, información y conocimiento. *Las relaciones sociales pueden ser conceptualizadas como redes*

La teoría de redes sociales ofrece una visión alternativa dentro de las ciencias sociales. Esta teoría consiste del estudio de representaciones en redes, de fenómenos físicos, biológicos y sociales que conduce a modelos predictivos de estos fenómenos. Debido a su alto grado de abstracción, es

posible aplicar el concepto de redes a un amplio rango de sistemas en diversas áreas de conocimiento. Por ello, las redes proporcionan un conveniente marco teórico conceptual y metodológico para los sistemas complejos, en donde la caracterización del nivel del sistema implica el mapeo de interacciones entre un gran número de individuos.

2.4.1. La Historia del Estudio de Redes Sociales

El estudio de redes tiene una larga tradición en investigación sobre teoría de grafos, matemáticas discretas, sociología y comunicación. La nueva Ciencia de Redes Sociales es un campo interdisciplinario que se ha venido construyendo de teorías y métodos de las matemáticas; la mecánica estadística; la física; minería de datos; antropología; visualización de la información; de las ciencias de la computación; modelación inferencial de la estadística; y la estructura social, de la sociología.

Las bases teórico-conceptuales de las redes sociales propiamente, han sido alimentadas por diversos autores desde principios del Siglo XX. Un pionero en este campo fue Simmel, quien ya en 1908 se alejó de las grandes macro-teorías de la época como el positivismo, para centrarse *en estudios micro-sociológicos*. Este autor daba gran importancia a la interacción social. Discutió el fenómeno social y cultural en términos de "formas" y "contenidos" con una relación transitoria; y de la manera en que se convierte en contenido y viceversa, dependiendo del contexto. Por otro lado, este mismo autor es uno de los principales sociólogos en reflexionar sobre *el secreto*, como elemento de gran importancia respecto a la capacidad asociativa y la comunicación. Así, decía que *"todas las relaciones de los hombres entre sí, descansan, naturalmente, en que saben algo unos de otros. El comerciante sabe que su proveedor quiere comprar barato y vender caro; el maestro sabe que puede suponer en el discípulo cierta cantidad y calidad de conocimientos; dentro de cada capa social el individuo sabe qué cantidad de cultura aproximada cabe suponer en los demás. Indudablemente, de no*

existir tal saber, no podrían verificarse las relaciones de hombre a hombre aquí referidas" (Simmel, 1986).

Otros autores importantes en la historia del pensamiento de redes sociales son Milgram (1929) con su concepto inspirador de “*seis grados de separación*” (1929); J. Barnes (1954), quien fue el primero en estudiar las redes sociales como tales. Entre los autores más relevantes que han contribuido a la expansión del campo en las últimas décadas se pueden mencionar a L. Freeman, Granovetter (*la fuerza de los enlaces débiles*), Berkowitz, Borgatti, Burt, Faust, Rapoport, Wasserman, Douglas White y Harrison White, etc. Borgatti y Foster (2003) han mostrado que el crecimiento exponencial de la literatura en análisis de redes sociales es parte de un desplazamiento generalizado, comenzando en la segunda mitad del siglo XX, que se *aleja de explicaciones individualistas, esencialistas y atomizadas hacia entendimientos más relacionales, contextuales, sistémicos y complejos*. Una revisión detallada sobre la historia y el papel de los diversos autores se puede encontrar en el libro *The Development of Social Network Analysis*, de Linton Freeman (2006).

Así, el concepto de *red social* ha venido ganando aceptación en el ambiente académico, político, empresarial, etc., al igual que sus métodos de análisis. Esto se debe en gran medida al interés central que pone el análisis de redes sociales en las *relaciones* e interdependencias *entre las entidades sociales*, que pueden ser de todo tipo: económicas, políticas, afectivas, etc. Aunque no hay un acuerdo universal respecto a si es una ciencia consolidada, hoy está considerada ya como un campo emergente de investigación, al comienzo de su curva de crecimiento. La Ciencia de Redes se describe como el estudio de representaciones de fenómenos físicos, biológicos, modelación inferencial de estadística, y de la estructura social en sociología (Duke *et al.* 2006).

2.4.2. Utilidad de la Teoría de Redes Sociales

Conway (2001) comenta que la utilidad de la perspectiva de redes se deriva, al menos parcialmente, de la facilidad con la cual el concepto puede ser expresado y aplicado. En palabras de Bianchi y Bellini (1991) *“La experiencia histórica nos ha mostrado la necesidad de contar con un enfoque sistémico de la organización industrial”* y que *“la red es un concepto que puede ser usado como una herramienta analítica para entender la realidad económica y como una referencia para la acción política con el fin de modificar esa realidad”*. El concepto de red es un marco útil para evaluar la estructura y operación de redes existentes, y para resaltar los factores que podrían mejorar su desempeño. Al menos desde la Segunda Guerra Mundial hay evidencia de que la formación de redes es un rasgo característico del proceso creativo e innovador (Menzel, 1962; Allen, 1970). Hoy se asume que la perspectiva de redes representa la existencia de un fenómeno más que una moda.

Una peculiaridad importante es que el *enfoque de redes encapsula un fenómeno emergente de la realidad*. Por ejemplo, la conformación de capital social. El *capital social* se define como el conjunto de recursos sociales (no monetarios) susceptibles de ser aprovechados por un individuo o grupo por poseer relaciones con otras personas o grupos. Las relaciones pueden ser sociales o todas aquellas que le permitan la consecución de determinado fin. El capital social por lo tanto, reside y es activado en el marco de las redes (Massey, 1999 ; Portes y Sensenbrenner, 1993; Coleman, 1988; Bourdieu, 1985).

Una manera de modelar la complejidad es mediante el examen de la estructura de las interacciones que ocurren dentro de una red mediante la aplicación del llamado Análisis de Redes Sociales (ARS) (Cilliers, 2001; Stacey, 2001). Como se verá más adelante, el ARS no se limita ya a elaborar mapas estáticos de la realidad. Está incursionando hacia el análisis de la

dinámica del cambio temporal en la estructura y composición de la red, y su impacto a los vínculos entre individuos y normas sociales. Esta vertiente se conoce como Dinámica de Redes Sociales.

2.4.3. Qué son las Redes Sociales

En términos generales, *“una **red** es cualquier sistema que admita una representación abstracta como gráfica mediante nodos (o vértices) que identifiquen los elementos del sistema, y en el cual el conjunto de enlaces (o aristas) que los conectan representen la presencia de una relación o interacción entre esos elementos”* (Barrat *et al.* 2008).

Una red es descrita por su estructura (nodos y enlaces), su dinámica (los atributos temporales de los nodos y enlaces), y su comportamiento (qué “hace” la red como resultado de las interacciones entre nodos y enlaces). Así, la red es siempre una representación o modelo de la realidad observable, no la realidad en sí misma (Duke *et al.* 2006).

Las *redes sociales* son estructuras sociales formadas por individuos u organizaciones llamados “nodos” o actores (puntos, vértices), que están vinculados (conectados) por uno o más tipos de vínculos (llamados enlaces, líneas o arcos); éstos expresan uno o más tipos de relaciones de interdependencia, como pueden ser la amistad, relaciones económicas, de creencias, de conocimiento, etc. (Faust, 2002). Las *redes sociales* pueden definirse pues, en términos de interdependencias y conexiones entre actores, que se construyen a través de relaciones de intercambio (Håkansson & Johansson (1992). Los vínculos establecidos entre un conjunto de actores proporcionan interpretaciones de [los patrones] de conducta social de dichos actores (Requena, 1989) (Figura 2.4).

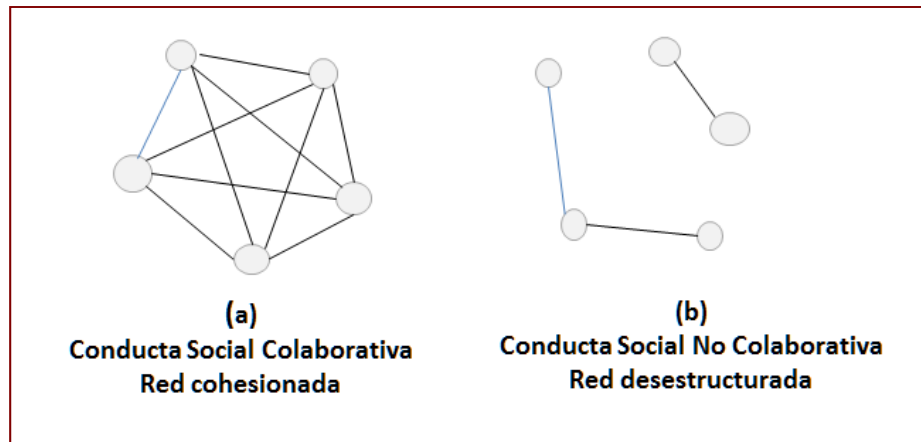


Figura 2.4. Interpretación de conducta social por redes

Las redes son inherentes a la actividad social de la humanidad. A principios de los años 1960s comienza a ser usado el concepto en las ciencias sociales, para explicar normas de intercambio y poder. En los 1980s ya se pone de moda como *metáfora*. La metáfora de redes captura algunas características esenciales de relaciones en un sistema dado, como las de proveedor-usuario, aglomeraciones regionales y alianzas estratégicas internacionales, etc. (Faust, 2002), y las redes de conocimiento, de aprendizaje, e innovación, por ejemplo.

2.4.4. Las Redes Colaborativas

A nivel individual, motivados por el propio interés-, se puede crear confianza y buena comunicación si la interacción entre individuos es continua. A nivel de la comunidad, primeramente, las redes de vínculos fuertes (*capital social "bonding"* (de unión), caracterizadas por identidad compartida, normas y mutuo reconocimiento, todos producen confianza y comunicación dentro de una comunidad.

Por otro lado, las redes de “enlaces débiles” (Granovetter, 1973) (*capital social de puenteo*), facilitan la generalización de confianza y comunicación entre actores de diferentes comunidades y grupos de identidad. Cabe

señalar que, adicionalmente, las redes y relaciones institucionalizadas entre agentes desiguales vinculan actores de la sociedad (*capital social de vinculación*) (Woolcock 1998). A nivel macro, nuevamente, las instituciones formales pueden facilitar la producción de confianza y comunicación en la sociedad.

2.4.5. Redes de Conocimiento – Aprendizaje - Innovación

No todos los recursos relevantes para la producción de conocimiento y la innovación pueden encontrarse dentro de una organización. La innovación es un fenómeno complejo, de tipo sistémico: puede verse como resultado del entre juego entre varios actores. El proceso de investigación, desarrollo tecnológico e innovación ocurre en forma de intercambio de conocimiento y recursos entre diferentes actores (individuos, empresas, universidades y centros de investigación, etc.). Este fenómeno se expresa en configuraciones de *redes de conocimiento*.

El término *red de conocimiento* es usado para referirse a una combinación de personas o actores interrelacionados, normalmente dispersos en un número de sitios geográficamente separados, con tecnologías de la comunicación adecuadas, para producir e intercambiar conocimiento.

En términos generales, las redes de conocimiento pueden ser de dos tipos: redes informales y redes formales.

- Las *redes informales de conocimiento* suelen ser numerosas, vienen y van, pero juegan un importante papel en la creación de conocimiento. Ocurren cuando dos o más individuos se relacionan como una manera conveniente y rápida de comunicación, pueden crear estas redes; puede ser para conversar, para intercambiar información, o permitir o facilitar la discusión para crear nuevo conocimiento. La existencia de este nuevo conocimiento, sin embargo, puede permanecer sólo al

interior de la red y por lo tanto, queda inaccesible a menos que se tomen medidas, como la publicación, para diseminarlo abiertamente. La participación en las redes informales es puramente voluntaria, no existe organización formal de la red, y la participación va y viene con el interés de los participantes. Muchas redes informales son creadas y mueren en corto tiempo, frecuentemente porque se ha alcanzado su objetivo y se vuelven innecesarias. O bien porque el propósito no fue suficientemente claro, o fue malinterpretado. Con todo, las redes informales juegan un importante papel en las relaciones de proximidad, cara a cara, siendo cruciales en la conformación de capital social, asociado con el proceso de democratización del conocimiento y la gobernanza a nivel local.

- Las *redes formales de conocimiento* tienen un tema muy bien definido, existen para llevar a cabo investigación y generar conocimiento. Tienen criterios cuidadosamente elegidos para la participación, que es por invitación. Su propósito principal es crear, acelerar y diseminar conocimiento más allá de la membresía de la red. Su estructura y operación son diseñadas para maximizar la tasa de creación de conocimiento. La red debe proporcionar beneficios directos reconocibles a todos los participantes. Tienen una organización formal y una estructura de gestión bien definida. La participación es por invitación, basada en criterios de mérito o revisión por pares. Tienen una estrategia de comunicaciones bien desarrollada. La red tiende a provocar un desvanecimiento de límites entre sectores, por ejemplo entre las universidades y la industria o entre disciplinas. Existen para crear conocimiento y para acelerar la aplicación de ese conocimiento al desarrollo económico y social. Tienen una constitución formal y una gobernabilidad^{ix} muy rigurosa.

^{ix} El Banco Mundial define la gobernabilidad como un estilo de gobierno caracterizado por un mayor grado de cooperación e interacción entre el Estado y actores no estatales en el interior de

Las *redes formales* de conocimiento han sido categorizadas por Clark (1998) en redes de información, redes abiertas y redes de desarrollo, como sigue:

- Las *redes de información* son redes para dar acceso a la información. Por ejemplo, una red de bibliotecas universitaria, que da acceso a todo el sistema de bibliotecas de una universidad. Su constitución, manejo, modo de operación y financiamiento es cuidadosamente documentado y formalmente aprobado por las instituciones participantes. Es sin embargo, una red pasiva en sí misma; provee acceso a la información, pero cada persona ha de venir a la red, física o electrónicamente, y participar. Normalmente, este tipo de red no crea conocimiento
- Las *redes formales abiertas* son formadas y conducidas solamente con el propósito de crear nuevo conocimiento, no hay preocupaciones acerca de posibles aplicaciones o de desarrollo, más allá de la responsabilidad de volver disponible el nuevo conocimiento mediante la publicación u otros medios. Requieren un desarrollo más pensado y un tema bien definido. La red puede existir para llevar a cabo investigación, generar nuevo conocimiento en un área específica de la ciencia y la tecnología, o para hacer investigación sobre varias opciones de temas políticos. La participación es por invitación, basada en la excelencia académica o en un acoplamiento de calificaciones con la naturaleza de la investigación que se esté llevando a cabo. Para las redes abiertas es necesaria una amplia diseminación de los resultados de la investigación si se quiere lograr la credibilidad. Las redes abiertas se ocupan de temas muy bien definidos, tienen

constituciones formales, llevan a cabo reuniones periódicas, y otorgan responsabilidades específicas a los participantes.

- Las *redes formales de desarrollo* se enfocan a un tema bien definido en donde pueden llevarse a cabo una variedad de proyectos específicos. Los participantes y/o los proyectos son cuidadosamente seleccionados por revisión por pares usando criterios basados en la excelencia. Sin embargo, la participación en la red puede cesar a la conclusión de un proyecto particular. La red existe para crear nuevo conocimiento, pero también para acelerar la aplicación del nuevo conocimiento para el desarrollo económico o social. La red tiene una forma rígida de gobernabilidad, una constitución formal, y una estructura más jerárquica. Debido a que en muchos casos es aceptado el desarrollo económico como su principal objetivo, la cuestión de la propiedad intelectual puede volverse importante.

Las redes de *conocimiento* para la innovación crecientemente adquieren patrones de interacción que son auto-referenciados. Estos sistemas socio técnicos no pueden entrar en relaciones que no sean en parte basadas en los patrones de acciones que las definen y que las han definido a lo largo de la historia (*path depende*). La capacidad innovadora es resultado de una red de actores. De aquí que el interés se ha volcado más a tratar de entender cómo se da la interacción entre esos actores.

2.4.6. Las Redes como Metáfora y como Modelo

La imagen de red puede ser utilizada como metáfora o como modelo. La red sólo puede ser científicamente útil cuando se la precisa como un modelo. La clave para conjeturar un modelo de red social a partir de una situación real estriba en *la conceptualización relacional* de tal situación. Es decir, en establecer qué tipos de lazos existen entre las entidades sociales en cuestión. Desde una perspectiva de red, *es posible conectar relaciones con*

estructura. Asimismo, es posible incluir tipos diferentes de datos, porque puede vincular los niveles micro y macro de la teoría sociológica.

Las teorías de redes sociales y sus explicaciones incorporan las propiedades relacionales. Para abordar conceptos relacionales se requiere de una metodología especial, para de esa manera analizar adecuadamente la información. Estas propiedades relacionales han de ser instrumentadas al interior de un modelo que ayude a representar los nexos entre las entidades sociales, así como métodos que permitan estudiar sus propiedades relacionales. El modelo de la red ha de mostrar los nexos existentes entre las entidades sociales. Las matrices y las gráficas pueden utilizarse con este propósito. El método se conoce como *Análisis de Redes Sociales* (Freeman, 1979; Wasserman, 1994).

2.5. ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

El Análisis de Redes Sociales (ARS) es un conjunto de herramientas que permite conectar el mundo de los actores (individuos, organizaciones...) con las estructuras sociales emergentes que resultan de las relaciones que establecen los actores. El ARS ha desarrollado un bagaje conceptual, y metodológico especial - basado en múltiples teorías y disciplinas - para abordar conceptos relacionales y, de esa manera, analizar adecuadamente la información.

El ARS tiene sus orígenes en las teorías sociológicas y antropológicas de principios del Siglo XX para estudiar el comportamiento de pequeñas comunidades, con el desarrollo del “sociograma” de Jacob Moreno (1921-1923). No es sin embargo hasta la década de los 1970s que el ARS toma su impulso, al vincularse con métodos matemáticos apoyados por computadora, permitiendo así analizar el comportamiento de grandes grupos y expresarlo visualmente. De entonces para acá, el ARS se ha expandido múltiples campos de aplicación, como la ciencia de la comunicación, comercio y

política. También se ha aplicado a estudios del desarrollo económico – como la *difusión de la innovación*- y la *geografía* (especialmente desarrollo urbano y regional). Williams y Hummelbrunner, 2010) destacan que en estos dos últimos campos, el entendimiento de las interrelaciones se vuelve particularmente importante tomando en cuenta que *el éxito de las intervenciones depende de la forma y calidad de la colaboración entre actores que tienen acceso o son responsables de los recursos requeridos para llevar a cabo el cambio deseado*. Aquí, nosotros lo plantearíamos en términos del *capital social*.

El entendimiento meticuloso de las relaciones permite así, identificar factores que son críticos para explicar el comportamiento actual o pasado, así como vislumbrar los cambios deseados (Williams y Hummelbrunner, 2010). El ARS es el área más importante de la ciencia de redes, adquiriendo en los últimos años mayor relevancia al mostrar su aplicabilidad al *análisis de redes dinámicas o redes adaptables*, para el estudio de los sistemas adaptables complejos.

2.5.1. Análisis de Redes Sociales: Teoría y Método

A lo largo de su historia, el ARS se ha venido construyendo a sí mismo mediante un proceso de retroalimentación entre teoría y método. El *Análisis de Redes Sociales como teoría*, ve las relaciones sociales en términos de la teoría de redes. El análisis de redes sociales (ARS) enfatiza la importancia de la estructura de las relaciones y vínculos entre actores y las redes que conforman, sin que por ello deje de considerarse la influencia y los atributos individuales o colectivos sobre el comportamiento de las redes (Faust, 2002). (Williams y Hummelbrunner, 2010) a su vez, consideran que los vínculos sociales importan porque influyen en el comportamiento o transmiten información y bienes.

Actualmente, con el avance del conocimiento, van surgiendo nuevos enfoques. Por ejemplo, el *análisis de dinámica de redes* (ADR) o redes adaptables es una rama emergente del ARS, que se enfoca sobre las propiedades que surgen en sistemas complejos, cambiantes, adaptables, vivientes, de múltiples elementos interconectados. Estas se conocen también como redes adaptables, como se explica más adelante.

El *ARS como método*, se refiere específicamente al conjunto de técnicas para analizar los sistemas sociales que explican los fenómenos sociales como interacciones entre individuos. Se refiere al análisis metódico de las redes sociales, con base en un conjunto de herramientas que permite conectar el mundo de los actores (individuos, organizaciones, etc.) con las estructuras sociales emergentes que resultan de las relaciones que establecen los actores. Es decir, los nodos representan actores individuales dentro de la red, y los enlaces representan las relaciones de todo tipo entre los individuos. Las redes pueden ser representadas en un diagrama de red social o sociograma, donde los nodos son representados como puntos y los enlaces, como líneas. Los enlaces conectan pares de actores (diadas) en el conjunto de actores, y pueden ser dirigidos o no dirigidos, así como valorados por su presencia o ausencia. Desde esta perspectiva, una relación social está constituida por un tipo dado de conjunto de vínculos. Diferentes relaciones tienen diferentes estructuras y consecuencias.

Los factores de construcción dependientes se expresan como tamaño del nodo, densidad, fuerza del enlace, etc. Se utiliza para comprender y describir la organización de la red como un todo, así como la posición de actores individuales y sus relaciones, tanto en términos visuales como matemáticos.

El objetivo del ARS es cuantificar y visualizar la estructura de un conjunto de relaciones entre actores (Scott, 2000). Los datos de la red social son, por definición, interdependientes ya que los individuos de quienes son colectados

los datos comparten una red social. El examen de las redes sociales en general, requiere de un conjunto de medidas.

La introducción del sociograma como técnica metodológica se dio en la década de los 1930 (Moreno, 1946). De entonces a ahora, se ha progresado mucho en nociones teóricas de comunidades, popularidad, transitividad, clique, papel social, reciprocidad, influencia, dominio y conformidad, etc, dando un impulso al desarrollo de métodos de redes sociales (Wasserman y Galaskiewicz, 1994). El enfoque metodológico fue iniciado desde el campo de la antropología, por Mitchell y Barnes. Posteriormente, la aplicación del análisis de redes sociales fue extendida por la investigación de Wasserman y sus colegas sobre el principio de que los fenómenos sociales comparten una estructura de red relacional subyacente, y que por lo tanto podían ser analizados dentro del marco de la teoría de grafos Wasserman y Faust, 1994).

La teoría de grafos le aportó al campo del análisis de redes un poderoso conjunto de herramientas matemáticas para describir y modelar el contexto relacional en donde tiene lugar el comportamiento social, fenómenos de desarrollo, tales como historias de vida personal, etc. También ha sido la base para el estudio de grupos cohesivos, modelación de bloques y análisis de equivalencia, análisis de redes dinámicas, balance estructural y métodos para datos de dos modos (por ejemplo persona por evento). Enfoques como los mencionados se apoyan en la capacidad de la teoría de grafos para medir sistemáticamente las propiedades de la estructura de los sistemas sociales. De esta manera, la modelación y comparación alrededor de una gran variedad de fenómenos sociales se ha facilitado.

2.5.2. Análisis de Redes Sociales y Teoría de Sistemas: conceptos centrales

Los sistemas sociales pueden asumirse como redes. La Ciencia de Redes^x es un importante complemento para el entendimiento y manejo de los sistemas complejos, considerando que muchos rasgos de estos resultan precisamente de la estructuración de sus redes subyacentes, más que de las especificidades de los individuos. Por ejemplo, la emergencia, la auto-organización, la resiliencia, la modulación, etc.

Desde la perspectiva de redes, Williams y Hummelbrunner (2010) consideran **tres conceptos centrales de sistemas**: relaciones, perspectivas y límites. El primero de estos tres es la idea más antigua, que los autores describen como “la etapa de diagramas de alambrado” del pensamiento sistémico. En la discusión de este concepto central, Williams y Hummelbrunner comentan diversos métodos que resaltan las interrelaciones: la *Dinámica de Sistemas*, la *Modelación de Sistemas Viabiles* y el *Análisis de Redes Sociales*.

El segundo concepto central es *perspectivas*. Este enfatiza el hecho de que la importancia relativa de las interrelaciones particulares depende de los diferentes *propósitos* que uno pueda adscribir a cualquier situación única. Este es un punto importante, y se refiere a lo que un autor particular trata de decirle a la gente sobre cómo leer una red. Ello dependerá de “su propia teoría del cambio”, qué piensa que debiera estar sucediendo. Es importante ayudar a la gente a articular sus expectativas cuando se están viendo redes, dicen Williams y Hummelbrunner como parte de un proceso de aprendizaje, tanto sobre las diferencias respecto a otros puntos de vista que están viendo la misma red, como sobre las diferencias entre lo que estaba planeado y lo que en realidad sucedió. Las perspectivas también son importantes cuando se utiliza el software de visualización del ARS. Casi todas las versiones de software de ARS permiten hacer una búsqueda informada teniendo una idea

^x La consideración como ciencia de redes aparece en el punto 2.4.1., pag. 34)

a previa de lo que es importante para el análisis; filtrar tipos específicos de actores y tipos específicos de relaciones, con el fin de enfocarse sobre lo que uno piensa que es más importante, y visualizar diferentes perspectivas. Esta es una característica muy valiosa cuando se trata de sistemas complejos.

El tercer concepto es *límites*. De alguna manera este es una extensión del concepto de *perspectiva*. Se refiere a tener claro lo que se ha de dejar fuera de la red, y por qué. Decidir sobre los límites de la red afecta el rango total de perspectivas que puedan ser tomadas como incluidas en ella. Muy pocas redes tienen límites naturales que sean fácilmente identificables y que hayan sido acordados por diferentes observadores. Por lo tanto, por razones prácticas se tienen que tomar decisiones sobre qué va a ser incluido y qué se deja fuera. Como mínimo, esas decisiones necesitan ser transparentes para todos aquellos que están viendo y usando las redes así descritas.

El ARS es el mapeo y medición de relaciones y flujos entre gente, grupos, organizaciones y otras entidades de información - conocimiento conectadas. Los nodos en la red son la gente, grupos en tanto que los enlaces muestran relaciones o flujos ente los nodos.

Cabe señalar que lo que importa de las conexiones no es tanto el número sino cómo conectarse con los que de otra manera quedaría desconectado. De aquí la importancia de entender las redes y sus participantes en un sistema, y evaluar la *ubicación de los actores en la red*, dice Davies.

En las redes, la ubicación se mide como *centralidad de un nodo*. Estas mediciones nos permiten conocer los diversos roles y agrupamientos en la red – *quienes son los conectores, los líderes, los puentes, los aislados, dónde están los conglomerados y quiénes están en ellos, quién es el corazón de la red y quién está en la periferia*, etc.

Para explicar las medidas más populares de *centralidad*, Rick Davies ha hecho una adaptación de la llamada “Kite Network” elaborada por Krackhardt (Figura 2.5), en donde se pueden visualizar el *grado de centralidad*, la *centralidad de intermediación* y la *centralidad de cercanía*

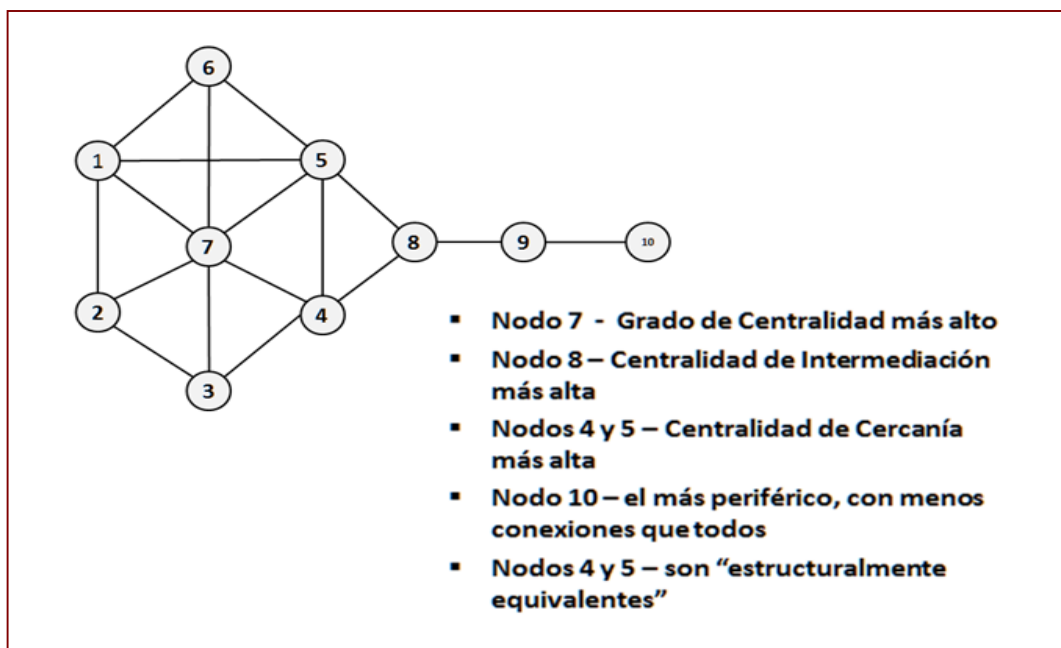


Figura 2.5 Medidas de Centralidad en redes

Fuente: David Krackhardt. “Kite Network”, adaptación de Rick Davies.

Esta red muestra las tres medidas más populares de centralidad: grado de centralidad, centralidad de intermediación y centralidad de cercanía (proximidad, contigüidad).

Grado de centralidad - La conectividad de un nodo en la red se mide utilizando el concepto de **grado** –o sea, el número de conexiones directas que tiene un nodo. Por ejemplo, en la figura de arriba el nodo N° 7 tiene el mayor número de conexiones directas. Es como “un eje” o conector. Lo importante aquí no es tanto el número de conexiones que tiene, sino a dónde conducen esas conexiones y cómo conectan a aquellos que de otra manera quedarían desconectados.

Centralidad de Intermediación – (el nodo 8 en la figura). Se refiere a un nodo que tiene menos conexiones que el promedio de la red. Sin embargo, tiene una de las mejores posiciones en la red – es un nodo que está entre dos constituyentes importantes. Juega el papel de “intermediario” en la red. Tiene por lo tanto un poderoso papel en la red, pero se corre el riesgo de que puede ser un único punto de rompimiento. Sin él, se corta la información y conocimiento entre los que conectaba. Un nodo con alta intermediación tiene gran influencia sobre lo que fluye y lo que no, en la red. La ubicación por lo tanto, es muy importante.

Centralidad de Proximidad – Los nodos 4 y 5 tienen menos conexiones que el nodo 7, pero el patrón de sus enlaces directos e indirectos les permiten acceder a todos los nodos de la red más rápidamente que cualquier otro. Tienen los caminos más cortos a todos los otros – están más cerca a cualquier otro. Están en una posición excelente para monitorear el flujo de información en la red – tienen la mejor visibilidad sobre lo que está sucediendo en la red.

Centralización de la Red –Las centralidades individuales en la red proporcionan conocimiento acerca de las ubicaciones individuales en la red. La relación entre las centralidades de todos los nodos puede revelar mucho sobre la estructura global de la red. Una red muy centralizada es dominada por unos cuantos nodos centrales. Si estos nodos son removidos o dañados, la red se fragmentará rápidamente en sub-redes desconectadas. Un nodo altamente central puede volverse un único punto de falla. Una red centralizada alrededor de un eje bien conectado puede fallar abruptamente si ese eje es incapacitado o removido. Los ejes son nodos con un alto grado de centralidad y de intermediación.

Una red menos centralizada no tiene puntos únicos de falla. Es resiliente de cara a muchos ataques intencionales o fallas aleatorias – muchos nodos o

enlaces pueden fallar -, pero permite a la vez que los nodos que permanecen se alcancen unos a otros a través de otros patrones de red.

Alcance de la Red – No todos los caminos de la red son iguales. Cada vez más investigaciones muestran que los caminos más cortos en la red son los más importantes. Friedkin y Johnsen (1997, Burt *et al.* (2013) y otros investigadores, han mostrado que las redes tienen horizontes sobre los cuales no podemos ver, ni influir. Ellos proponen que los caminos clave en redes son de uno y dos pasos, y en raras ocasiones hasta tres. “El mundo pequeño” en el que vivimos no es el de “seis grados de separación” sino de conexiones directas e indirectas menores de tres pasos. Por lo tanto, es importante conocer el entorno de la red, estar al tanto de quiénes la integran y quiénes están al alcance.

Actores periféricos - Pudiera parecer que los nodos en la periferia de una red no son muy importantes. Sin embargo, debido a que las redes de los individuos se superponen, los nodos periféricos pueden tener su importancia por estar conectados a sus propias redes que no estén siendo actualmente mapeadas, y que pueden representar importantes fuentes de información (Krebs, 2013).

Los Atributos de la Red

Los atributos de la red que más se mencionan son tres: *conectividad*, *intercambio* y *localidad* (Duke *et al.* 2006).

- *Conectividad* – Una red tiene una topología de conexión bien definida, en la cual cualquier entidad discreta (“nodo” en la terminología teórica de grafos) tiene un número finito de conexiones definidas (“enlaces”) a otros nodos. En general, estos enlaces *son dinámicos*.
- *Intercambio* – La topología de conexión existe con el fin de intercambiar una o más clases de recursos entre nodos. En efecto, un vínculo entre dos nodos existe si –y solamente sí-, recursos de

importancia para el ámbito de la red pueden ser intercambiados directamente entre ellos.

- *Localidad* – El recurso intercambiado es entregado, y sus efectos tienen lugar, sólo en interacciones locales (nodo a enlace, enlace a nodo). Esta localidad de interacción implica agentes autónomos actuando sobre un estado localmente disponible.

Dependiendo del ámbito de aplicación, las redes sociales pueden aportar información muy diversa: cohesividad, caracterización, eficiencia, costo, evolución, resiliencia, escalabilidad, etc. En el caso de estudios relacionados con problemas de innovación, aprendizaje y conocimiento desde la perspectiva de redes sociales, Conway (2001) ofrece una síntesis de posibilidades analíticas, como puede verse en el diagrama de la Figura 2.6.

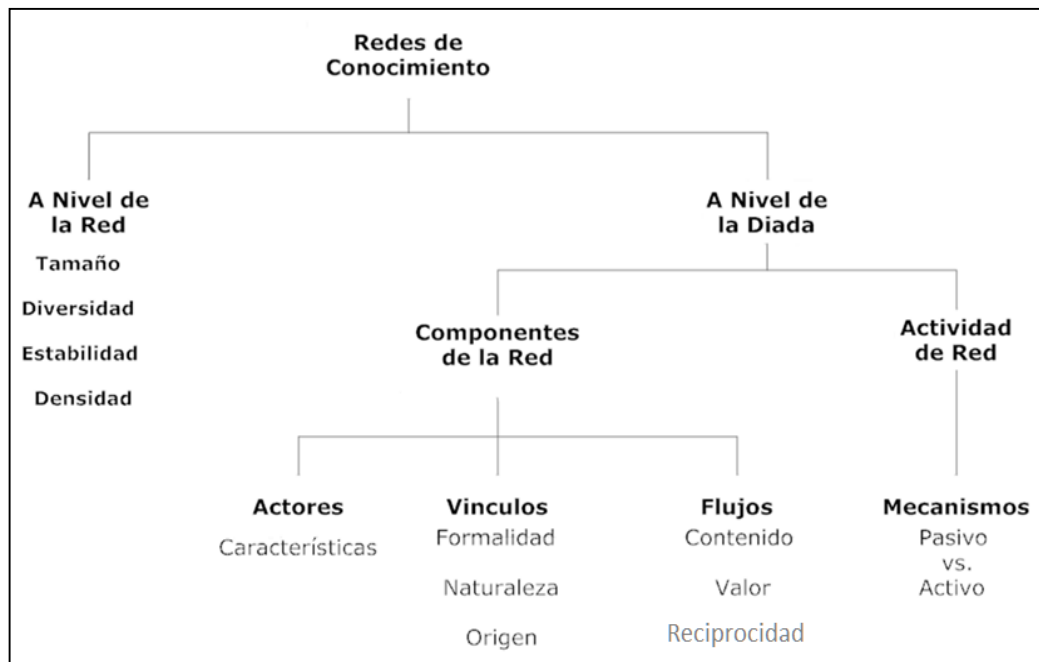


Figura 2.6. Posibilidades analíticas para redes de innovación, aprendizaje y conocimiento según Conway
Fuente: Conway, 2001.

2.5.3. ARS y Sistemas Complejos

Existen fenómenos no lineales que emergen de las redes sociales. Por lo tanto, los sistemas complejos pueden ser estudiados mediante la aplicación del análisis de redes sociales (ARS). Por otra parte, el estudio mismo de las redes sociales comienza a tomar nuevas dimensiones y redefiniciones desde la perspectiva de la dinámica de sistemas complejos, como es el campo de la Dinámica de Redes Sociales. La convergencia y mutua retroalimentación es importante no sólo para nutrir las bases de conocimiento de estos campos, sino porque viene a enriquecer las posibilidades de aplicación tanto de la Dinámica de Sistemas Complejos como del ARS.

2.5.4. Dinámica de Redes Sociales

La Dinámica de Redes Sociales (DRS) es un campo científico emergente que conjunta el análisis de redes sociales tradicional, análisis de enlaces y sistemas multiagentes. Las dos características principales de la DRS son el análisis de datos estadísticos y la utilización de simulación para abordar temas de dinámica de redes.

Lo que distingue a las redes dinámicas es que son redes más grandes, dinámicas, multimodales, multiplexadas, y pueden contener niveles variables de incertidumbre. Las relaciones son probabilísticas, son cambiantes, los movimientos en una parte de la red se propagan a través de todo el sistema, etc. Los nodos pueden aprender. La *centralidad de intermediación* es considerada como una medida del grado en el que un nodo tiene control sobre el flujo de información entre otros.

La DRS ofrece un gran potencial para revelar los misterios de conexiones y patrones de entidades e interacciones entre entidades. La Tabla 2.2 muestra las diferencias básicas entre el ARS y la DRS.

Análisis de Redes Sociales	Dinámica de Redes Sociales
Redes persona a persona	Relaciones entidad a entidad
Una red	Múltiples redes
Estática	Cambiantes
Las relaciones existen o no	Las relaciones individuales pueden ser probabilísticas
Ideas desde 1930's/1960s	Ideas desde 2000s

Tabla 2.2. Diferencias entre ARS y DRS

El estudio de la dinámica de redes sociales presenta así un nuevo enfoque para la modelación y análisis de sistemas complejos. Se origina desde la teoría de la complejidad para abordar el estudio de la dinámica social desde la perspectiva de redes. Grandes fenómenos del comportamiento social, como la auto-organización, pueden ser estudiados como “propiedades emergentes” que derivan de formas simples de interacciones sociales locales (Lympelopoulous y Lekakos, 2013). En esta vena, la confianza, credibilidad, influencia y persuasión pueden también convertirse, en términos de la teoría de la complejidad y modelado, como resultado del entre-juego entre el estado de los nodos y la topología de la red social.

La tendencia del estudio de redes sociales hacia un nuevo enfoque para la modelación y análisis de sistemas complejos se origina desde la teoría de la complejidad, para abordar el estudio de la dinámica social desde la perspectiva de redes. El estudio de redes sociales desde un punto de vista de sistemas adaptables complejos puede aportar conocimiento significativo concerniente a la dinámica de redes sociales, y por lo tanto, facilitar la aplicación de la teoría de la complejidad en el estudio de los fenómenos sociales.

En esta vertiente de dinámica de redes sociales se van incorporando nuevos conceptos, como *mundo pequeño* (Watts y Strogatz, 1998; Watts, 1999), *vinculación preferencial* (Albert y Barabási, 2002; Barabási, A.L. (1999); Barabási y Albert, 1999, *filtración* (Satuffer y Aharony, 1994; Newman y Watts, 1999; *epidemiología* (Pastor-Satorras y Vespignani, 2002). Estos nuevos conceptos sirven para mostrar las siguientes propiedades topológicas no triviales: a) Correlación (o anti-correlación) entre grados de nodos vecinos conducentes ya sea al establecimiento de un vínculo (selectividad) o cancelación (o prevención) de la conexión; Efecto de Mundo Pequeño; c) Alto Coeficiente de Conglomeración (Lympelopulos y Lekakos, 2013), redes estocásticas, etc., que abren nuevas posibilidades para futuros estudios sobre dinámica de la innovación y de la vinculación.

2.5.5. Las redes adaptables

Las redes cuyos estados y topologías “co-evolucionan” debido a la propia dinámica del sistema se conocen como redes adaptables. Las redes adaptables no son nuevas. Casi todas las redes del mundo real son adaptables de alguna manera. En años recientes estas redes se han vuelto objeto de rigurosas investigaciones, empleando modelos conceptuales simples. Estas investigaciones han revelado un número de nuevos mecanismos y fenómenos: las redes adaptables basadas en reglas locales simples pueden auto-organizarse robustamente hacia transiciones de fase (7) y topologías complejas altamente no triviales (8); distintas clases de nodos pueden emerger espontáneamente de una población inicialmente homogénea (9); y una dinámica compleja puede ser observada como consecuencia de transiciones de fase (10) y bifurcaciones (11) que involucran grados de libertad tanto topológicos como locales (Lympelopulos y Lekakos, 2013).

Casi todos los procesos dinámicos que pueden ser puestos en una red son altamente sensibles a la topología de la red. Esto significa que la dinámica

explora la topología de la red y así, de alguna manera, “codifica” información topológica en series de tiempo de los estados de los nodos.

Muchos sistemas complejos del mundo real pueden ser modelados como redes adaptables, incluyendo las redes sociales. En estas “redes adaptables” la transición de estado de cada componente y la transformación topológica de las redes están profundamente acopladas una con otra, produciendo comportamiento emergente que no podría verse en otras formas de redes. La modelación y predicción de la co-evolución estado-topología está ahora siendo bien reconocida como uno de los desafíos más importantes en la investigación de redes complejas.

Puede decirse que la complejidad de redes del mundo real brota del entrelazo entre la topología y la dinámica de la red. La ejecución de los procesos dinámicos de redes pueden describirse en términos de Sistemas Adaptables Complejos (Lympelopoulos y Lekakos, 2013). Según este enfoque, un Sistema Adaptable Complejo afecta y es afectado por su ambiente. Al respecto, Murray explica esta dinámica como sigue: *un CAS adquiere información sobre su ambiente y sobre su propia interacción con ese ambiente. Es así como va identificando regularidades en ese proceso, dentro de una suerte de patrón o “esquema”; su actuación en el mundo real se expresa de acuerdo con dicho esquema* (Murray, 1994). La complejidad de estos sistemas es atribuida entonces, a la *naturaleza dinámica de las interacciones entre los nodos de la red*, dando lugar a propiedades sistémicas que no pueden ser manejadas como agregaciones de propiedades de entidades estáticas individuales. Estos sistemas son adaptables porque el comportamiento individual y colectivo evolucionan hasta alcanzar un *estado crítico conducente a la auto-organización, en respuesta a un desencadenamiento de micro-eventos o series de eventos* (Lympelopoulos y Lekakos, 2013). Un esquema co-evolutivo adaptable conducente a la auto-organización de la red está basado en la teoría de que

toda actividad correlacionada conecta, en tanto que la actividad no correlacionada, desconecta (Rohlf y Bornholdt, (2009).

Un concepto interesante es el de la *criticalidad auto-organizada*. Esto se refiere a un rasgo importante de las redes adaptables, y se reduce al hecho de que cada nodo en una red es receptor de información dinámica, la cual se relaciona a la conectividad de la red entera, proporcionando así información global a nodos individuales y provocando entonces que la red se organice a sí misma (Caldarelli y Garlaschelli, 2009).

Las redes sociales son pues, sistemas auto-organizadas en el sentido de que consisten de muchas entidades interactuantes cooperando para alcanzar el resultado deseado. Un sistema auto-organizado evoluciona en el tiempo y el espacio, exhibiendo así estructuras organizacionales variables. Las acciones que están teniendo lugar en un sistema auto-organizado resultan de *mecanismos de retroalimentación positiva y negativa por medio de los cuales el sistema marcha hacia la estabilidad o el caos respectivamente* (Miller y Page, 2007)

Las redes sociales adaptables resultan de la combinación de procesos de contacto, con reglas para las evoluciones topológicas de la red. El concepto *procesos de contacto* se refiere a cómo los individuos son “cambiados y conformados” a través de las interacciones con otros. Es decir, son procesos de aprendizaje y adaptación. Por ejemplo, el grado de difusión de información puede ser resultado de dos procesos rivales, por un lado el de ajuste social (proceso de contacto) y por otro, el de segregación social (evolución topológica) (Do y Gross, 2009), Holme y Newman reportan que la diversidad de opiniones coexistiendo en una sociedad pasa a través de una transición de fase si la tasa relativa de ajuste social y segregación social cruza un valor crítico (Holme y Newman, 2006). Cuando la segregación

social es acoplada con el ajuste social esto conduce a una red adaptable (Do y Gross, 2009), o sea, que la correlación de fuerzas sea equilibrada.

Los sistemas adaptables complejos tienen que contender con las necesidades contradictorias de acomodar su respuesta a las señales cambiantes del ambiente, a la vez que mantener un nivel suficiente de estabilidad en la red dinámica que procesa esta información. Esta observación da lugar a la idea de que los sistemas adaptables pueden haber evolucionado “al borde del caos” entre regímenes dinámicos ordenados y desordenados.

El estudio de las redes sociales bajo la lente de la teoría de redes complejas permite la aplicación de técnicas de modelado en cumplimiento con la idea de que la topología de redes se desarrolla por medio de un mecanismo de retroalimentación el cual conecta la topología y el proceso dinámico que se ejecuta en la red misma.

Cuando se hace la modelación y el estudio de sistemas complejos tales como redes sociales, que comprenden un gran número de elementos con todos sus detalles, es vital que la dinámica de cada elemento y la relación entre ellos sean aclaradas. La topología de la red y los estados de los nodos a menudo están acoplados críticamente de tal manera que el comportamiento de los nodos está limitado por la estructura, la cual al mismo tiempo es generada por el comportamiento de los nodos. Esta clase de interacción genera un comportamiento imprevisto llamado emergencia, que no puede ser explicado a nivel de elementos (Tomita *et al.* 2009).

2.5.6. Las micro-redes

El ARS puede estudiar la conducta de los actores a nivel micro, los patrones de relaciones, la estructura de la red a nivel macro y las interacciones entre los dos niveles (Sanz Menéndez, 2003).

Típicamente, el ARS ha prestado más atención al estudio de las estructuras sociales, insistiendo menos en el *cómo, por qué y para qué* la gente hace lo que hace, y más en la comprensión de las condicionantes estructurales de sus acciones (Sanz Menéndez, 2003). Sin embargo, en planeación importa conocer no sólo el "quién se relaciona con quién", sino el "*cómo hacer que se relacione quién con quién y para qué*". Esto plantea el requerimiento metodológico de capturar y vislumbrar el aspecto dinámico del cambio desde su base, lo que implica definir e interconectar objetivos estratégicos que favorezcan la auto-organización de redes colaborativas; asociarlos con aquellos factores socioculturales ("convertidores") que se requiera impulsar o corregir, para favorecer colectivamente la creación y sostenimiento de vínculos (diadas, creación de redes). De esta manera, se podrá "activar" la auto-organización de capital social pertinente. O sea, las redes colaborativas.

En un nivel de análisis más fino, a nivel de diada, se puede recurrir al concepto de *micro redes de actividades intradiada*. Este concepto se refiere al conjunto de prácticas, mecanismos y actividades funcionalmente interconectadas, con los objetivos estratégicos requeridos para incrementar el potencial de cambio. Por ejemplo, para establecer vínculos entre dos actores (Almanza *et al.* 2009). El concepto *micro redes de actividades intradiada* nos permite traducir al lenguaje del ARS los objetivos estratégicos, prácticas y actividades que pueden generar las diadas o vínculos y por lo tanto, llevar un modelo conceptual hasta su nivel operativo. Tanto en el proceso de formación de diadas y redes, como una vez que éstas se han constituido, el ARS permite la aplicación de herramientas que facilitan el análisis y la intervención.

2.6. TEORIA DE LA INNOVACION^{xi}

2.6.1. La Innovación

La tendencia mundial actual a implantar políticas de innovación se sustenta predominantemente en el *modelo de sistema nacional* de innovación, conjuntamente con el *modelo de la triple hélice*, que lo complementa al orientarse más a explicar la acción de la vinculación. Si bien estos modelos han venido aportando un rico bagaje teórico-conceptual para inspirar la formulación de políticas, es preciso contextualizarlos con sentido realista e inculcarles un toque más dinámico. Particularmente cuando se apliquen a regiones de bajo desempeño innovador, como ocurre en muchos países en desarrollo.

Por supuesto, tomar en cuenta la composición del sistema, los modos de producir e intercambiar el conocimiento, los recursos, necesidades y niveles de desarrollo particulares de la localidad siempre es necesario, pero no es suficiente. En el caso de problemas de desestructuración y disfuncionalidad, hay que buscar también cuáles son las funciones del sistema de innovación que están siendo afectadas, para llegar por ejemplo, a situaciones de bajo desempeño innovador; y cuáles procesos están siendo trastocados y por qué. Tomar en cuenta la dimensión sociocultural es fundamental para sacar a la luz aquellos factores del ambiente operativo inmediato sobre los que se pueda incidir, y entender los patrones de comportamiento conformados históricamente, para vislumbrar por dónde intervenir. Los problemas socioeconómicos y culturales nunca son únicos: muchos son no lineales, están concatenados.

^{xi} Los conceptos básicos sobre innovación aparecen en el Anexo III

El paraguas conceptual del sistema de innovación ha mostrado ser de gran utilidad para estudiar el fenómeno y para dar sustento a políticas públicas de desarrollo industrial. Pese a ello, sin embargo, la corriente dominante lo ha estudiado desde una perspectiva un tanto estática hasta hace relativamente poco tiempo. En nuestro trabajo, el énfasis recae sobre el aspecto dinámico del sistema de innovación para captar la esencia del factor vinculación. Para estructurar un marco centrado en la dinámica de la vinculación y precisar su disfuncionalidad, hemos de precisar sin embargo, ciertas consideraciones sobre la innovación.

La innovación es un concepto que puede entenderse de diversas maneras. Por ejemplo, *como producto*, como proceso, como capacidad, etc. Cuando se refiere a un producto, proceso o servicio ofrecido al mercado, se la ve como “producto”. Si se refiere a las diversas actividades llevadas a cabo para transformar una idea en una innovación (concepción, diseño técnico, prueba de prototipos, comercialización), se habla de “proceso”.

El proceso de innovación a su vez, puede verse desde distintas perspectivas (Conway y Steward (2009):

- *Proceso de gestión* – se enfoca sobre la organización y el manejo de varias actividades y fases del proceso de innovación.
- *Proceso social* – se resalta el papel, naturaleza e importancia de la interacción social durante el proceso de innovación.
- *Proceso político* – se resalta la lucha sobre recursos finitos y entre reivindicaciones o soluciones de conocimiento alternativos.
- *Proceso “emocional”* se resalta la importancia de temas tales como la “seguridad psicológica” al permitir a los individuos desafiar supuestos largamente asumidos y presentar nuevas alternativas.

En este trabajo, combinamos la perspectiva de *innovación como proceso social* y como *capacidad innovadora*, para abordar el problema de la vinculación a nivel local. Consideramos que la *vinculación* es una función clave del sistema de innovación que permite la generación y el uso eficiente de conocimiento. Esta función se cumple a través de dos procesos: el proceso flujo de conocimiento - información y el proceso de actividades colaborativas (auto-organización del capital social), mediados por la capacidad de absorción tecnológica, como factor convertidor, a la vez que como *propiedad emergente*. El proceso de conformación de capital social alude a la capacidad colaborativa – o sea, capacidad para conformar redes de conocimiento - de los participantes. Procesos y capacidades asociados con la dinámica de vinculación que, en nuestro esquemas, se retroalimentan y por lo tanto, los interconectamos.

2.6.2. Nuestro Enfoque: Proceso de Innovación

En este trabajo tomamos la llamada perspectiva de proceso interactivo. Su enfoque sobre la naturaleza interactiva, iterativa, emergente, compleja y contextual de la actividad innovadora es más afín a nuestro propósito. Esta perspectiva la abordamos bajo el enfoque de Sistemas Adaptables Complejos, que proporciona un método y lenguaje adecuados para abordar la complejidad de la problemática de la vinculación.

Antes de centrarnos en la dinámica conducente a potenciar la vinculación, hemos de considerar varios temas asociados con el sistema de innovación, de importancia para la comprensión del modelo.

2.6.3. La Delimitación Local del Sistema

Actualmente hay consenso en cuanto a que los límites de lo “local” o “regional” en el sistema de innovación no deben hacerse de manera mecánica, sino en función del interés de la investigación misma. Así, un

sistema local puede abordar localidades o regiones más amplias, a manera de redes o cadenas que promueven sinergias entre sí (Unger, 2003), para el intercambio de conocimiento y aprendizaje (Lundvall, 1992), lo cual es equivalente a las redes en Freeman (1991, Cooke & Morgan, 1993, citados por Unger, 2003).

Los sistemas locales se pueden definir entonces, por el grado de coherencia u orientación al interior con respecto a los procesos de innovación. Una posible instrumentación de este criterio puede ser *un nivel mínimo de derrama de aprendizaje localizado* (entre las organizaciones), la cual es a menudo asociada con la importancia de la transferencia de conocimiento tácito entre (individuos y organizaciones). Una segunda puede ser *la movilidad localizada* de trabajadores calificados como acarreadores de conocimiento, por ejemplo cuando se considera que el mercado laboral es importante. Una tercera posible instrumentación puede ser que una mínima proporción de *colaboraciones* entre organizaciones condujera a innovaciones, estableciendo ciertos *patrones* dentro de la región. Todas ellas

son una cuestión de *redes localizadas*. Esta peculiaridad nos da pie para proponer *la delimitación de los sistemas de innovación en este modelo, por la extensión de la última diada en la red, con respecto a la injerencia de la intervención pública local* (Figura 2.7.). Lo que le da un carácter adaptable, en el tiempo y en el espacio, consistente con

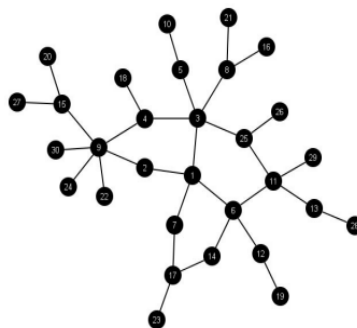


Figura. 2.7. La delimitación del sistema local por la última diada

nuestro enfoque: la intervención, instrumentos y mecanismos se pueden ir acoplando a las necesidades de las redes actuales y las proyecciones deseables, como un proceso de retroalimentación.

Los actores centrales son la academia, industria, gobierno, organismos de apoyo e interface, y el mercado. La composición particular incide sobre las *capacidades del sistema*: qué sabe hacer el sistema, y *los mecanismos por los cuales tales capacidades son alcanzadas*. Nuestro trabajo toma como punto de partida el modelo de sistema de innovación de Lundvall (1996), entendido como un sistema de aprendizaje. Para abordar el problema de la desvinculación en RIMr, hemos agregado un nivel más bajo de intervención pública para impulsar las capacidades colaborativas requeridas por el proceso innovador, ausentes en sistemas locales de bajo desempeño innovador, como precondition para la estructuración sistémica (aprender a vincularse).

2.6.4. La Infraestructura del sistema de innovación

La infraestructura del sistema de innovación incluye todo el ambiente político de ciencia y tecnología; los mecanismos existentes de apoyo para la investigación básica y educación superior; el “stock” acumulativo de conocimiento tecnológico sobre el cual las nuevas ideas son desarrolladas y comercializadas. Incluye organismos, mecanismos o instituciones tales como el sistema universitario doméstico, el sistema industrial de la localidad, agencias y fuentes de apoyo establecidas para nuevos emprendimientos, la reserva laboral de I+D. Los actores han de *interactuar* en el sistema para poder llevar a cabo sus diversas funciones, todas apuntando a la creación de conocimiento. Aunque los elementos constitutivos son similares, la composición particular y grado de integración o cohesividad del sistema de innovación, dado por las relaciones entre los actores, pueden variar en las diversas localidades, regiones o sectores industriales, dependiendo de múltiples factores del ambiente operativo inmediato (*milieu*^{xii}).

^{xii} Ver en Anexo III la definición ampliada de este concepto.

Para comprender su funcionamiento y destacar la importancia de la dimensión sociocultural, sin embargo, requerimos profundizar un poco más en la infraestructura y verla de otra manera, en dos dimensiones: una dimensión visible, material, tangible (las organizaciones, instituciones, etc.); y una dimensión “sombra”, intangible. *El capital social* pertenece a la dimensión intangible. El capital social es la mancuerna entre el capital humano disponible y su capacidad para establecer relaciones perdurables (no comerciales) y explotarlas productivamente. La conformación del capital social es un proceso de retroalimentación, co-evolutivo de auto-organización en redes de relaciones sociales, en donde el objetivo implícito es hacer un uso eficiente del conocimiento. En virtud de ello, su valor colectivo radica en contribuir a dar cohesión al sistema mediante la conformación de redes, potenciar la capacidad de absorción tecnológica, potenciar el intercambio continuo de conocimiento, y así, mejorar la capacidad innovadora local. El capital social por sí mismo, por consiguiente, no es suficiente. Ha de ir en sintonía con el fomento de su contraparte material, para mejorar la cohesividad sistémica. Por lo mismo, estimular solamente una de las dos dimensiones, conducirá al fracaso.

2.6.5. Las funciones del sistema de innovación

El concepto de *función*, permite acceder a evaluar el desempeño de un sistema de innovación, analizando la funcionalidad del sistema: qué tan bien han estado cubiertas las funciones (Bergek, 2008). Las funciones pueden ser atendidas en diferentes formas según la estructuración particular. En nuestro modelo, buscamos cómo puede ser cubierta la función de vinculación a través del proceso de conformación del capital social - entendido aquí como una dimensión intangible de la infraestructura -, en interconexión con el proceso flujo de conocimiento, mediada por la capacidad de absorción tecnológica local. Esta dinámica la entendemos como sigue: *la vinculación es una función clave* del sistema de innovación: un sistema vinculado tendrá la cohesividad requerida para que pueda fluir el conocimiento. En nuestro

modelo, el concepto de función nos permite resaltar el papel de la vinculación y ahondar en su dinámica – o sea, cómo es el proceso para establecer relaciones perdurables productivas a lo largo de la *cadena de valor del conocimiento*, que darán cohesividad al sistema.

Hay que decir que la mayoría de los actores pueden desempeñar más de una función, y pueden afectar y ser afectados por diversos tipos de instituciones simultáneamente o en distintos momentos, para integrarse en la cadena de valor del conocimiento. Consecuentemente, *no hay una relación uno a uno entre funciones y organizaciones*: varias organizaciones diferentes pueden cubrir una función; por ejemplo, la investigación o la creación de nuevo conocimiento pueden llevarse a cabo por institutos de investigación, universidades, o empresas orientadas a investigación; o bien, un centro de investigación puede producir conocimiento para la industria, pero también forma capital humano, etc. Los actores pueden ser así, simultáneamente, proveedores o consumidores de conocimiento en diferentes momentos.

En el caso de sistemas locales poco articulados, algunos actores pueden establecer relaciones multiplexadas para cubrir ciertas funciones que, en otros contextos, no se darían. Sin embargo, lo más común es que ciertas funciones no se cubran, como ocurre en situaciones de desvinculación. Las redes aquí, presentan huecos estructurales que pueden inhibir el flujo de conocimiento. Esto es importante para poder explicar la relevancia del papel de la intermediación y organismos de interface, cuya función es tender puentes entre los huecos de la red (enlaces débiles).

2.6.6. Importancia de las interrelaciones en innovación

La generación de ideas y actividades para solucionar problemas derivan de un número sustancial de fuentes externas al equipo y la organización. Las redes informales intra- e inter-organizacionales que “puentean” los límites funcionales y organizacionales proporcionan un conducto importante y

oportuno para el abastecimiento de tales insumos externos de conocimiento. El proceso de innovación por lo general, requiere de una diversidad de fuentes externas de conocimiento, directas o indirectas. Éstas incluyen usuarios, proveedores, la academia, etc. Los usuarios juegan un importante papel, al permitir que el innovador acople señales tanto de la base tecnológica como del mercado. Las fuentes externas complementan más que sustituyen actividades internas de innovación. La capacidad de absorción tecnológica, por consiguiente, es crucial para aprovechar el conocimiento potencialmente disponible en el entorno. Los proyectos innovadores exitosos suelen ser “apoyados” o “liderados” por uno o más altos directivos (Conway y Steward, 2009).

Nosotros, sin embargo, hemos de tomar en cuenta que un problema común a las RIMr es precisamente la precariedad de las redes colaborativas locales, tanto informales como formales (capital social relevante) entre las diversas esferas de actividad productiva (academia, industria, gobierno). Esta situación limita o interrumpe el acceso oportuno a las fuentes de conocimiento, que a su vez frena la capacidad de absorción y adopción tecnológica local. En este marco, el desafío de política sería facilitar el cambio hacia una dinámica de retroalimentación tal, que por vía de la auto-organización de capital social relevante, se incremente la capacidad de absorción tecnológica y se potencie el flujo ininterrumpido de conocimiento (Figura 2.8.).

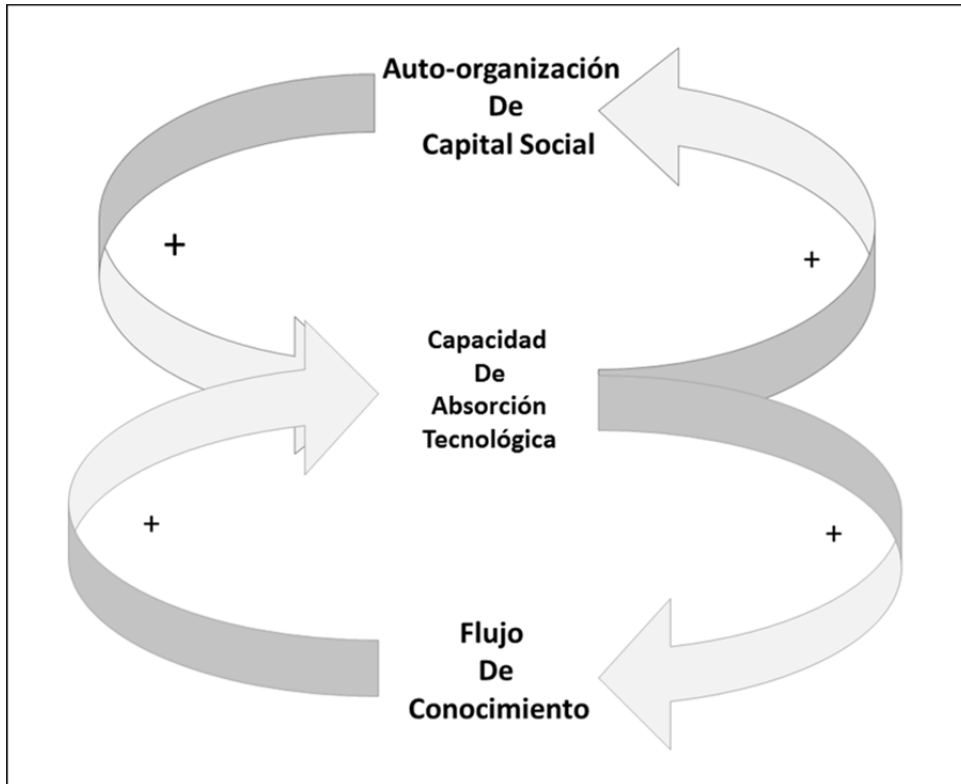


Figura 2.8 Dinámica deseable: retroalimentación entre capital social, capacidad de absorción y flujo de conocimiento.

El grado de conexión entre creación de conocimiento y capital social, y el nivel de capacidad de absorción tecnológica local que puentea ambos procesos, reflejan el grado de cohesión sistémica, expresada en la función de vinculación.

La disfuncionalidad y desestructuración de un sistema de innovación resultante en una situación de desvinculación la consideramos aquí como una falla sistémica. Para estos contextos, sin cultura colaborativa, aprender a vincularse es una precondition, y por consiguiente un objetivo primario de política de cara al fomento para revitalización tecno-industrial. “Capacidad para innovar” como aspiración en este contexto, significa llegar a tener en principio, la capacidad de resolver los propios problemas tecno-industriales básicos, como fase inicial.

2.6.7. Proceso de innovación

La innovación más que un producto, es un proceso dinámico y complejo, que tiende a estructurarse en red espontáneamente. Esta auto-organización de los procesos, pese a la incertidumbre inherente, forma patrones (Hanush y Pyka, 2007). Lo anterior ha sido dicho para países desarrollados. En situaciones de bajo desempeño innovador, como en las RIMr en muchas regiones de México las redes no se han estructurado espontáneamente, ni existen las capacidades requeridas. Por eso es importante escudriñar en las raíces de cada situación, entender los procesos que le dan vida y cómo ocurre la concatenación de factores socioculturales que los afectan en contextos particulares para, eventualmente tratar de inducir la estructuración de tales redes e incrementar las probabilidades de éxito de la intervención.

Para los fines operativos de intervención pública, conviene pues, ver al sistema de innovación desde su dinámica, en términos de *procesos funcionales interconectados*. Aquí se ilustrará el modelo con dos procesos, a] *el flujo y asimilación de información* y b] *las actividades colaborativas de creación de conocimiento*.

2.6.8. Proceso de flujo y asimilación de la información

En este trabajo, asumimos el proceso flujo de información como un proceso de *decodificación de la información*. En su origen, la *decodificación de la información* surgió bajo una interpretación limitada: enfoque lineal entre “productos” y “usuarios” que intercambian información como un bien. Sin embargo, hoy se ha re-conceptualizado, para reconocer que la información también puede ser generada por diversas fuentes distintas al ámbito científico y tecnológico (Gibbons et al. 1994). La decodificación y asimilación de la información se define como la síntesis, intercambio y aplicación de la

información por grupos de interés relevantes para acelerar los beneficios de la innovación global y local (Landry, 2006).

2.6.9. Proceso de actividades colaborativas de creación de conocimiento

Hoy, se reconoce la naturaleza compleja del proceso *de creación del conocimiento*. Este proceso se inicia al enfocarse a la solución de problemas (Modo 2 de Gibbons: contexto de aplicación). Es un proceso interactivo de creación, transferencia y transformación del conocimiento entre una unidad social u organizacional y otra. Este proceso depende de la capacidad de los seres humanos para relacionarse, y de su contexto (Landry, 2006). El intercambio o flujo de información entre una comunidad o unidad organizacional y otra para crear nuevo conocimiento enfrenta normalmente cinco problemas: acceso al conocimiento, conocimiento incompleto, asimetría del conocimiento, valoración del conocimiento e incompatibilidad del conocimiento (Cummings y Teng, 2003; Simonin, 1999; Contractor, 2002; Kale y Permuter, 2000).

La creación de conocimiento es un proceso complejo, central para el sistema de innovación. Lo permea todo. El conocimiento nuevo y útil resulta de la interacción y del proceso de aprendizaje entre los diferentes tipos de actores, incrementando así sus propias competencias: diferentes tipos de conocimiento emergen, convergen y nutren el proceso de innovación

2.6.10. Conformación del capital social

En nuestro modelo, el capital social productivo se aborda en función del valor del conocimiento que se crea en la relación. Teóricamente, los actores, a través de sus relaciones forman redes, intercambian información y actúan colaborativamente para resolver problemas y generar conocimiento y por ese solo hecho, le otorgan valor al conocimiento generado y a la relación. A

medida que el conocimiento emerge, se va generando un clima de confianza, credibilidad, lenguaje común, construcción de significado, etc. Al reforzarse e incrementarse los vínculos entre la gente, se generarán círculos virtuosos de retroalimentación, los cuales se expresarán como proceso de auto-organización del capital social. De esta forma, las relaciones adquieren valor a nivel de diada, se insertan en la cadena de valor del conocimiento y contribuyen a cohesionar las redes.

Para el proceso de auto-organización del capital social –de cara a la vinculación del sistema de innovación -, podemos considerar las propiedades de *agregación y diversidad* que describe Holland (1995) para los sistemas auto-organizados (Ver Anexo 1)

Adicionalmente, nos resultan de utilidad para dar sustento al modelo, cuatro características clave de políticas mencionadas en la literatura, para mejorar directa o indirectamente la auto-organización y redes sociales, entendidas como mecanismos para hacer frente a la incertidumbre:

- Asegurar que el capital social existente permanezca intacto (Ruitenbeek y Cartier, 2001). En nuestro caso, primero lo hemos de construir.
- *Crear y promover espacios efectivos y temas para cooperación adaptable* (Axelrod y Cohen, 2000).
- Facilitar el hacer frente mediante la promoción de mejores prácticas y liderazgo mejorado (Axelrod y Cohen, 2000)
- Remover barreras de recursos para la auto-organización (Koontz, 2006).

Nuestra aplicación al modelo de los conceptos arriba mencionados, es como sigue: los agentes participantes en el proceso innovador han de interactuar para intercambiar conocimiento. Para que ello ocurra, hay primero un proceso previo de transferencia de *información sobre cómo trabajar juntos*,

ya que de otra manera el sistema no podrá operar como un todo. Por ejemplo, para trabajar juntos han de estar informados sobre el grado de *confianza y credibilidad* que se tienen mutuamente; sobre sus *capacidades de entendimiento (lenguaje común)*, sus *competencias técnicas*, etc.

Dado que en una RIMr - desvinculada - no existe ese clima de confianza y credibilidad; que no hay canales adecuados de comunicación entre las distintas esferas de actividad, etc., una política para inducir la auto-organización sistémica en este contexto ha de comenzar por generar ese clima de confianza y credibilidad, fomentar canales de comunicación adecuados conducentes a reforzar a su vez, *el proceso de capacidades colaborativas (capital social)*, que potenciarán eventualmente la *capacidad de absorción tecnológica local*. Es así como el *proceso de creación de conocimiento* a lo largo de la cadena productiva local se beneficiará. Desde el punto de vista de una política orientada a potenciar la vinculación, esta propiedad de *“agregación”* para que ocurra la auto-organización sintetiza en dónde llevar a cabo la intervención, según nuestro modelo. En términos de redes, estaríamos hablando de cohesividad.

Respecto al *principio de diversidad* para la auto-organización, Holland (1995) y Clippinger (1999) dicen que es importante, porque la persistencia de cualquier agente individual depende del contexto proporcionado por los otros agentes. Este fenómeno es conocido también como *co-evolución* en la literatura de la complejidad, y está relacionado con el de *resiliencia*. Si por alguna razón, un agente es removido del sistema, el sistema rápidamente responde con una cascada de adaptaciones resultando en un agente que llene “el hueco” que se formó por la remoción del agente en el primer lugar (agujero estructural, en términos de redes). Mientras mayor la diversidad en sustitutos potenciales, será más fácil encontrar al agente sustituto para llenar el “hueco”. La diversidad por lo tanto, ofrece mejores posibilidades para mantener o mejorar el nivel existente de operación.

En situaciones donde no hay variedad, diversidad, o poca cultura de colaboración, el sistema se torna frágil, y la capacidad innovadora no florece. En un contexto de desvinculación, incomunicación y aislamiento entre las esferas de actividad, la co-evolución se ve frenada, y la resiliencia disminuye, aunque a nivel individual no se perciba. En tal situación, la intervención que considera el cuadro completo ha de orientarse a *tender puentes* para establecer la comunicación, la interconexión y motivación entre las comunidades de práctica^{xiii}, para potenciar la diversidad y variedad de conocimiento.

2.6.11. Conexión capital social – innovación

La prevalencia del capital social, o los vínculos sociales dentro de la literatura de la innovación es un fenómeno relativamente reciente. El capital social describe las conexiones dentro y entre las redes sociales, y es tanto “los recursos que tienen los contactos personales” como la “estructura de contactos dentro de una red personal” (Burt, 1992). El capital social juega un papel clave en la innovación, por ejemplo en la “innovación abierta” (Chesbrough, 2003), así como en el empresariado (Anderson y Jack, 2002; Cope *et al.* 2007). Bourdieu (1983) distingue tres tipos de capital – económico (dinero y otros activos tangibles), cultural (educación, conocimiento y destrezas), y social (redes de relaciones). Para Putnam (2000), las redes que constituyen el capital social sirven de conductos para el flujo de conocimiento. Él distingue dos clases de capital social: puenteo y unión (*bridging and bonding*). El de unión se refiere a las redes sociales hechas por grupos homogéneos; el de puenteo, a las redes de grupos heterogéneos. Las conexiones sociales permiten a la gente trabajar juntos

^{xiii} Una *comunidad de práctica* es un grupo de gente que comparte un oficio y/o profesión. El grupo puede evolucionar de manera natural debido al interés común de sus miembros en un área o ámbito particular, o ser creado específicamente con el objetivo de obtener conocimiento relacionado con su campo. Es a través del proceso de compartir información y experiencia con el grupo que los miembros aprenden unos de otros y tienen la oportunidad de desarrollarse profesionalmente.

para lograr cosas que no podrían hacer por sí solos, o solamente con gran dificultad y/o a un costo prohibitivo (Nahapiet y Ghoshal, 1998). Estas conexiones facilitan nuevas formas de asociación e innovación. La confianza es una condición clave para el intercambio de conocimiento (Scarbrough *et al.* 1999), y un elemento central del capital social (Granovetter, 1985; Fukuyama, 1995; Putnam, 2000).

Nahapiet y Ghoshal (1998) interconectan tres dimensiones del capital social, la relacional, la estructural y la cognitiva, de gran importancia para la cubrir la función de vinculación requerida por el sistema de innovación (Figura 2.9).

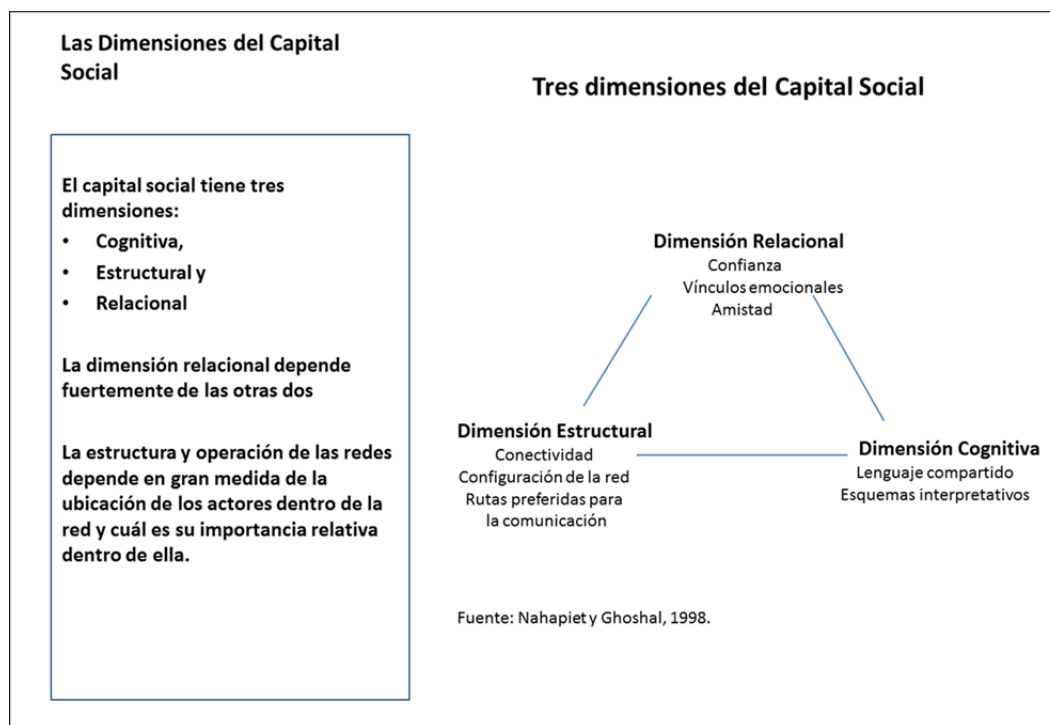


Figura 2.9. Las dimensiones del capital social, según Nahapiet y Ghoshal (1998).

2.6.12. Gobernanza y capital social

Un asunto relacionado con la auto-organización del capital social, es el de la *gobernanza*. Aquí nos apoyamos en la idea apuntada por Marquina (2012) de la relación entre gobernanza y democratización del conocimiento, de

donde pueden derivar a su vez redes políticas y sociales. Nosotros aquí la vemos como un proceso de retroalimentación asociado con la conformación de capital social. La configuración particular que adopten las redes reflejará la capacidad del sistema para solucionar problemáticas, o transitar hacia distintos escenarios. En otras palabras, la conformación de capital social incide sobre la gobernanza, permite llevar a cabo la democratización del poder y la interconexión entre diversas fuentes, y viceversa.

Esto es importante para nuestro planteamiento, porque la conformación de capital social ha de ser un proceso de auto-organización, que implica un proceso de democratización del conocimiento y por lo tanto, de gobernanza social. La gente tiene una capacidad inherente para auto-organizarse; por ejemplo en tiempos de crisis pueden desarrollar soluciones en ausencia de dirección formal. Sin embargo, por razones idiosincráticas, históricas, culturales e incluso, circunstanciales, la auto-organización puede tomar tiempos variables o quedarse en estado como latente. A veces es necesario detonarla, catalizarla, facilitarla, o incluso, disiparla.

2.6.13. El liderazgo

Asociado con el concepto de gobernanza, está el de *liderazgo*. Bajo el enfoque de sistemas complejos, este concepto adquiere una connotación distinta a la convencional, de importancia para este trabajo. No es lo mismo aplicar la versión convencional de “*influir a la comunidad para que siga la visión del líder*”, que aplicar su nueva versión, de “*influir a la comunidad para que enfrente sus propios problemas*” (Heifetz, 2001).

Los siguientes principios de liderazgo descritos por Bentley (2005), para ayudar a la sociedad a adaptarse a los nuevos desafíos, son consistentes con nuestra idea de intervención pública:

- *Reconocer los límites de las soluciones existentes*

- *Permitir que las soluciones emerjan de diferentes fuentes*
- *Distribuir el poder a la gente que pueda resolver una cuestión más efectivamente (gobernanza y capital social)*
- *Rechazar ser desviado y aprender del fracaso*

2.6.14. Los factores del entorno

La calidad de las relaciones que puedan derivar del capital social calificado es fundamental para crear adecuadamente el conocimiento, para dar cohesión al sistema y para potenciar la capacidad innovadora local. La creación de conocimiento depende en gran medida de altos niveles de confianza, credibilidad y perdurabilidad, códigos de conducta mutuamente respetados (Lundvall, 1988; Jarillo 1998), así como la construcción de significado y sentido de futuro compartido en la colectividad, para superar las inevitables incertidumbres que acompañan al proceso de innovación. Freeman (1974) argumenta, por otro lado, que las relaciones de confianza son importantes tanto a nivel formal como informal. Las relaciones de confianza son consideradas como factor clave para incrementar las actividades colaborativas y la capacidad de absorción tecnológica.

Pero también, y muy importante, es la capacidad de absorción tecnológica que se verá incrementada por vía de la interacción colaborativa así generada. Dicha capacidad es la que permitirá a los interesados de la localidad tener el potencial de asimilar y adoptar oportunamente el nuevo conocimiento disponible en el ambiente. En nuestro modelo, la capacidad de absorción juega un papel clave al interconectar el proceso de actividades colaborativas o capital social con el proceso flujo de conocimiento (o de información).

En esta investigación nos estamos centrando en la función de vinculación a nivel local, como problema. Planteamos además, que la conformación de

capital social es un proceso clave interconectado con el de flujo de conocimiento (o información) por vía de las redes colaborativas que conlleva. Con base en este razonamiento, los factores que afectan la conformación del capital social serán los considerados en el modelo. Estos *factores* van conformando, por vía de bucles de retroalimentación, patrones de comportamiento socio-cultural en un contexto dado. Ellos afectan el quehacer productivo, al favorecer o inhibir el establecimiento de relaciones colaborativas, primordialmente informales, cara a cara. Consecuentemente, inciden sobre la capacidad innovadora local. El modelo se ilustra con los factores básicos que se mencionan más en la literatura sobre este rubro – dando por sentada la formación de capital humano pertinente, que convencionalmente es considerada en la formulación de políticas de innovación (integrado aquí dentro del capital social calificado). Los factores o *convertidores* considerados para ilustrar el modelo son comunicación, *clima de confianza, credibilidad, lenguaje común y construcción de significado o visión compartida de futuro*. Ellos afectan el proceso de conformación de capacidades colaborativas y por lo tanto, a la auto-organización de capital social. Dependiendo de su presencia o ausencia, juegan el papel de facilitadores o de bloqueadores de este proceso.

Para activar los factores mencionados, nuestro modelo es ilustrado con un instrumento sistémico considerado hoy día como el más prometedor: la intermediación por vía de organismos públicos de interface de nueva generación (ver más adelante).

2.6.15 La política de innovación

El sistema de innovación puede considerarse como “*todos los factores económicos, sociales, políticos, organizacionales y otros, que influyen en el desarrollo, difusión y uso de innovaciones*” (Edquist and Johnson, 1997). Aunque poco estudiado, el papel del Estado y sus agencias son determinantes importantes para el funcionamiento – bueno o malo -, de

cualquier sistema de innovación. Por ejemplo, muchas leyes, reglas y mecanismos de apoyo son generados por el Estado a través de sus instituciones, políticas y acciones. Por supuesto, el sistema y la sociedad a su vez, ejercen influencia sobre el Estado.

Desde esta perspectiva, significa que un enfoque de sistemas de innovación en los países avanzados se orienta más hacia los determinantes de la innovación, que hacia sus consecuencias (en términos de crecimiento, cantidad de empleo, condiciones de trabajo, etc.). Por lo tanto, el tema crucial es *identificar* todos aquellos factores determinantes importantes – que pueden ser llamados *actividades o funciones* en los sistemas de innovación-, dice Edquist (2001). Este autor apunta que las innovaciones son creaciones nuevas, de importancia económica, normalmente llevadas a cabo por firmas (o algunas veces, individuos). Pueden ser nuevas marcas, pero más a menudo *nuevas combinaciones de elementos existentes*. Es un asunto que trata sobre “*qué es producido por las firmas y cómo*” (Edquist, 2001). Hay que decir que en el caso de los países avanzados, las políticas que conciernen al proceso de innovación y cambio tecnológico tienen que ver primordialmente con problemas asociados con la frontera del conocimiento, de cara al crecimiento económico y la competitividad. La política de innovación, insertada en la llamada Economía del Conocimiento, es la acción pública que influye sobre el cambio tecnológico y la innovación. Incluye elementos de política de I+D, política económica, política regional, política educativa, etc. Es, por lo tanto, una conceptualización más amplia, orientada al desarrollo tecno-industrial, que engloba la de Política de Ciencia y Tecnología.

Para los países (o regiones, o localidades) en desarrollo, por el contrario, la preocupación recae más bien en la adquisición y mejoramiento de las capacidades y el aprendizaje. Es decir, tomar como punto de partida preparar las pre-condiciones subyacentes requeridas para usar y mejorar las

tecnologías que ya existen en los países más desarrollados (Lall, 2000, Lee & Lim, 2001; Choi, H.S, 1986; Arocena y Sutz., 2006). O para usar los términos estratégicos señalados por Landry (2008), la *traducción de conocimiento y vincularlo al desarrollo basado en conocimiento* (Carrillo). En este contexto, la variable social se vuelve crucial en la consideración política, como se verá en nuestro modelo.

En política de innovación, hablar de causas es lo mismo que hablar de deficiencias en las funciones del sistema, dice Edquist (2001). La intervención pública se justifica cuando existen problemas para que las organizaciones involucradas cumplan con sus objetivos. En este sentido, la política está para facilitar y complementar *las funciones del sistema*, no para remplazarlas, duplicarlas, controlarlas u obstaculizarlas. Es necesario, por lo tanto, que el Estado y sus agencias públicas tengan la habilidad y la voluntad política para resolver o mitigar los problemas. La no intervención –como la mala o equivocada intervención- en este caso, puede considerarse un signo de fracaso, que puede resultar muy costoso.

2.6.16. ¿Qué es un sistema para aprender a interrelacionarse (productivamente)

Aquí encontramos dos opciones, de alguna manera complementarias, para destacar la importancia de aprender a vincularse, que nos pueden servir de base para reflexionar sobre nuestro problema en términos de formulación de políticas de vinculación. La primera es la del *Sistema de Innovación* en la Economía del Aprendizaje de Lundvall. La segunda, el modelo de *Triple Hélice* de Etzkowitz y Leydesdorff.

a. Sistema de Innovación en la Economía del Aprendizaje. Lundvall define el *Sistema [Nacional] de Innovación* como “la conjunción del trabajo de todos los agentes que intervienen en el proceso integral de generación de conocimiento y que con la interacción adquieren la capacidad de aprender de manera interactiva y relacionada con el entorno” (Lundvall, 1996). Los

sistemas de innovación son sistemas evolutivos, dentro de una dinámica de aprendizaje.

En la conceptualización de Lundvall (1996) sobre sistemas de innovación destaca una dinámica de aprendizaje. Si re-creamos el esquema de Lundvall sobre sistema de innovación para el contexto de países / regiones /localidades de bajo desempeño innovador, caracterizados por ser sistemas desestructurados y disfuncionales –desvinculados -, podemos construir, a partir de esto, una adecuación para nuestra propuesta de intervención pública, como puede verse en la Figura 2.10.

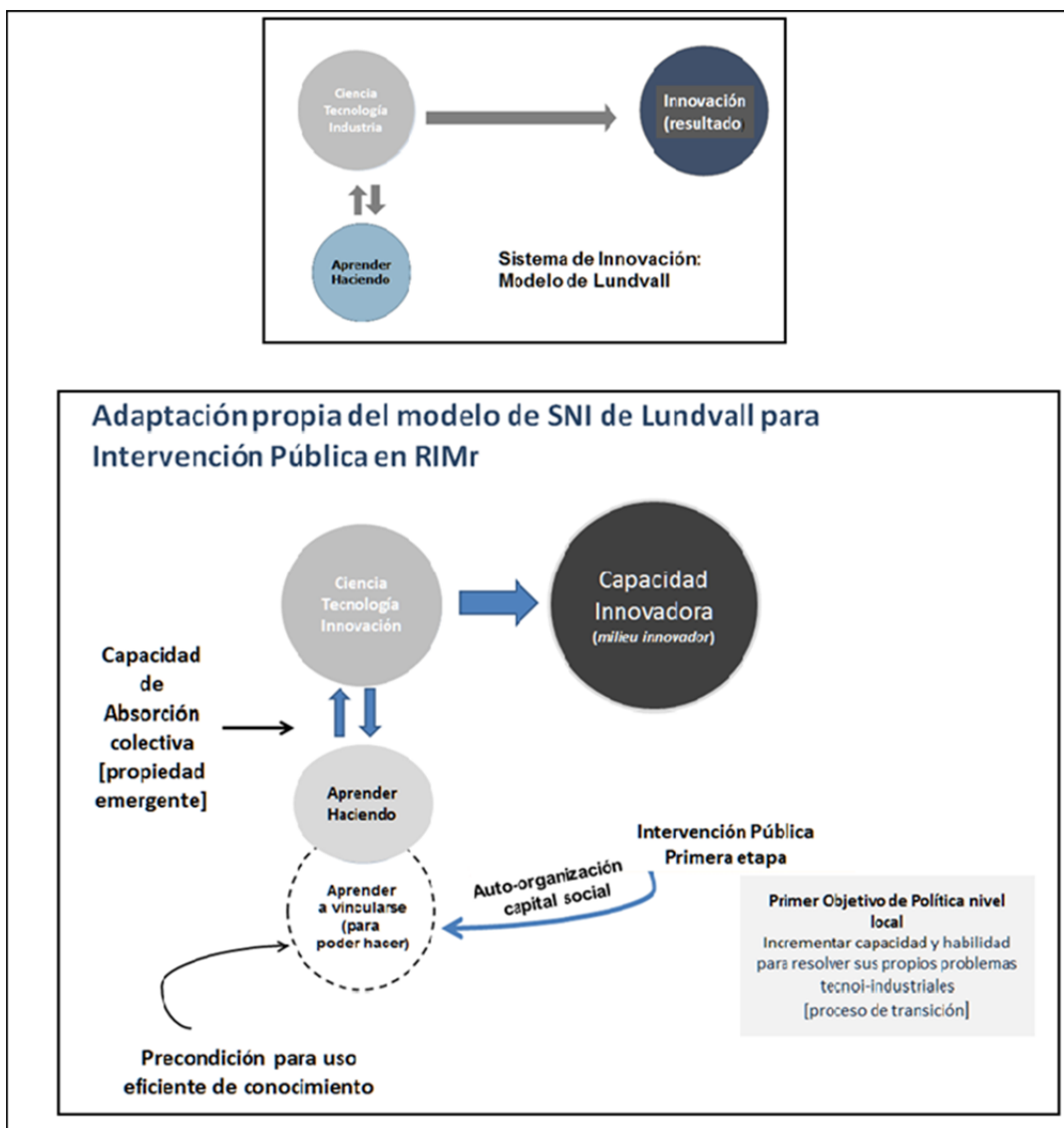


Figura 2.10. Adecuación del modelo de sistema de innovación de Lundvall

b. El Modelo Triple Hélice para la Vinculación. El modelo de la Triple Hélice, es otra opción, de alguna manera complementaria al de sistemas de innovación, pero ya enfocado más a la dimensión interactiva entre los actores. La variante es que este tiene una connotación más estratégica, y más centrado en el problema de la vinculación. Etzkowitz y Leydesdorff (1998) explican que en una sociedad basada en el conocimiento, los límites entre el sector público y el privado; entre la ciencia y la tecnología; entre la universidad, la industria y el gobierno, se están desvaneciendo crecientemente, para dar lugar a sistemas de interacciones que se superponen. De esta manera, dicen, las relaciones universidad - industria – gobierno pueden considerarse como una Triple Hélice de redes de comunicación, que tienden a incrementar implícita o explícitamente la capacidad innovadora de una región o país (Etzkowitz y Leydesdorff, 1998). Las variantes de este modelo, por supuesto, responden al contexto y momento particulares en donde se exprese la triple hélice.

Esta tendencia la podemos considerar aquí como un proceso evolutivo de auto-organización de redes bien estructuradas. Para el caso de las RIMr esta tendencia no aparece todavía, o pudiera a lo más, estar en estado incipiente. Corresponde más bien a niveles de estado superiores del sistema, que presentan *paisajes de aptitud* favorables. Acá podríamos verla en todo caso, como un *atractor* deseable, siempre y cuando se le integrasen “los puentes o peldaños” ^{xiv} de la dimensión social expresado en las capacidades colaborativas locales.

Visto así, bajo condiciones de una *sociedad-aún-no- basada-en-el-conocimiento*, como sería el caso de las RIMr, podríamos decir que la tarea consiste en “tender puentes” (socio-culturales) entre los hilos” – facilitar la vinculación -, para darle cohesión a la triple hélice y potenciar el uso eficiente de conociendo y, por consiguiente, la capacidad innovadora local. La auto-

^{xiv} Puentes o peldaños en sentido figurado, aludiendo al modelo de la doble hélice del ADN

organización de esos sistemas de interacción de calidad, integrados – o redes innovadoras–, en uno u otro modelo, es lo que acá, en las RIMr, representa un desafío para las políticas de revitalización industrial.

Lo interesante de este enfoque para nuestro trabajo es que pone el dedo sobre la superposición de intereses y visión compartida de futuro entre las tres esferas institucionales involucradas (academia – industria – gobierno). Los instrumentos de política aparecen aquí orientados hacia un objetivo común: que los diversos grupos de interés se comuniquen y cooperen con el propósito de construir una visión compartida, y se movilice el conocimiento entre los actores. Y reconoce que las negociaciones y transacciones *en la interface* rinden sus mejores beneficios cuando se cuenta con *organizaciones híbridas* que representan los intereses de todos los implicados, para actuar como *catalizadoras en la movilización del conocimiento*. De aquí que uno de los instrumentos más importantes en las nuevas políticas públicas de modernización industrial basada en este modelo, sea precisamente impulsar la implementación de *instrumentos de intermediación*. Si bien estos instrumentos son centrales en nuestro modelo, hay una diferencia de contexto. Mientras allá en los países/regiones con buen desempeño innovador se busca movilizar el conocimiento que han producido a través de la intermediación, acá en nuestro modelo para otra realidad, el papel de este instrumento lo orientamos a favorecer e inducir una cultura de colaboración que no existe, para adquirir, adaptar y absorber el conocimiento, que les permita innovar. Acá se trata de crear las condiciones subyacentes para innovar. Es hablar de dos momentos y situaciones distintas, como los extremos del iceberg, y ubicar nuestra posición.

Desde esta otra perspectiva teórica, en términos del modelo de la Triple Hélice, podemos aterrizar nuestro modelo al problema de la vinculación, integrándole esos “puentes o peldaños (la dimensión socio-cultural), para estructurar los hilos que conformarían las hélices, para darle la cohesión que

le está faltando a nuestros sistemas desestructurados. Tanto en el sistema de innovación como en el de Triple Hélice vemos la conexión entre aprendizaje, intercambio de conocimiento y vinculación integrados en *el sistema de interacciones y relaciones*. La estrategia de desarrollo y modernización industrial ha de basarse en las oportunidades y desafíos para el país o región, y sus sectores prioritarios. En la actualidad, la tendencia mundial es la reactivación de políticas para el desarrollo industrial, en las que se entremezclan el paraguas conceptual de los sistemas de innovación y el modelo estratégico de la Triple Hélice. Sea como sea, potenciar ese sistema de interacciones – facilitar las capacidades colaborativas y la vinculación -, es entonces, por donde hemos de comenzar.

2.6.17. Política de vinculación: impulso al intercambio de información y conocimiento

Las tendencias estratégicas asociadas con la movilización /intercambio de conocimiento conciernen a la función de vinculación del sistema de innovación. Las modalidades de intercambio de información y conocimiento predominantes en el mundo (desarrollado) después de la Segunda Guerra Mundial hasta hoy, pueden resumirse de la siguiente manera (Landry, 2006):

- ***Difusión Pasiva:*** después de la Segunda Guerra Mundial – publicación de los resultados de investigación no estratégica (no militar).
- ***Diseminación activa:*** A partir de los 1970: estrategia de “empujar: diseminación activa de lineamientos prácticos y educación para la interpretación y adaptación local. Privatización industrial de la I+D y evaluación tecnológica. Teoría social de la difusión de innovación, transferencia de la investigación y utilización de la investigación. El sector privado desarrolla modelos de cadena de valor y estrategias de mercadotecnia.
- ***Traducción del conocimiento (TC):*** Desde los 1990 – nuevo milenio: el concepto se acuña para enfatizar la importancia de *nuevos modelos para*

vincular e intercambiar conocimiento (IDRC, 2005). Esto, debido al vasto acervo de conocimiento sub-utilizado y no traducido lo suficientemente rápido en nuevas o mejores políticas, productos, procesos, servicios o resultados. La brecha entre lo que es conocido y lo que llega a ser hecho pasa a ser resaltada (por ejemplo, en las *Metas de Desarrollo del Milenio*, 2005), enfatizando los déficits en equidad, calidad de los servicios (por ejemplo, en el sector salud). Sin embargo, la *traducción del conocimiento* surgió bajo una Interpretación limitada: enfoque lineal entre “productos” y “usuarios” que intercambian conocimiento como un bien. Hoy se reconoce que el conocimiento también puede ser creado por fuentes distintas al ámbito científico: se abre al responder a la curiosidad para enfocarse a propósitos y solución de problemas (Modo 2 de Gibbons: contexto de aplicación) Gibbons *et al.*, 1994)

La *traducción de conocimiento* se define como “la síntesis, intercambio y aplicación de conocimiento por grupos de interés relevantes para acelerar los beneficios de la innovación global y local” (WHO, 2006). Hoy, se reconoce la complejidad del proceso *de traducción del conocimiento*. Se refiere a la creación, transferencia y transformación del conocimiento de una unidad social u organizacional a otra en *una cadena de creación de valor*. Es un proceso interactivo que depende de los seres humanos y su contexto (Landry, 2006). Con base en la literatura, Landry señala que la transferencia de conocimiento de una comunidad o unidad organizacional a otra enfrenta normalmente cinco problemas: acceso al conocimiento, conocimiento incompleto, asimetría del conocimiento valoración del conocimiento e incompatibilidad del conocimiento (Cummings y Teng, 2003; Simonin, 1999; Contractor, 2002; Kale y Permuter, 2000).

2.6.18. La Triple Hélice como enfoque de política de vinculación en RIMr

Cuando se piensa en la vinculación como problema de política sistémica de innovación, podemos recurrir al modelo de la Triple Hélice. Como vimos anteriormente, este modelo sugiere que en una sociedad basada en el conocimiento, los límites entre el sector público y el privado, la ciencia y la tecnología, la universidad y la industria, se están desvaneciendo crecientemente, para dar lugar a un sistema de interacciones que se superponen, que no existía anteriormente. Se trata de la conformación de un nuevo ambiente organizacional en el cual la industria, el gobierno y la academia tienden a integrar sus propios intereses y metas cuando llevan a cabo y regulan las actividades económicas y de investigación. El proceso de vinculación, expresado en las relaciones universidad - industria – gobierno, puede considerarse como una Triple Hélice de redes de comunicación en evolución (Leydesdorff y Etzkowitz, 1998) que tiende a incrementar implícita o explícitamente la capacidad innovadora de una localidad, región o país. Las variantes de este modelo por supuesto, son sensibles al contexto y momento particular en donde se exprese la triple hélice.

En el modelo Triple Hélice las universidades tienen flexibilidad para asumir tareas anteriormente asignadas a las empresas y viceversa, facilitadas por los gobiernos que ven en la innovación la puerta hacia el crecimiento económico y el desarrollo de sus países. Esta superposición de intereses, y el diseño consistente de políticas orientadas hacia un objetivo común permite que los diversos grupos de interés se comuniquen y cooperen con el objetivo de construir una visión compartida de futuro.

En el esquema de la Triple Hélice, la movilización del conocimiento entre los actores es crucial. En este sentido, es reconocido que las negociaciones y transacciones en la interface rinden sus mejores beneficios cuando se cuenta con organizaciones híbridas que *representan los intereses de todos los implicados, al actuar como catalizadoras para la movilización del*

conocimiento. De aquí que uno de los instrumentos más importantes en las nuevas políticas públicas de modernización industrial basada en conocimiento, impulse la implementación de sistemas que faciliten la transferencia de tecnología.

La triple hélice toma como referencia la espiral de la innovación (frente al modelo lineal tradicional), para establecer relaciones recíprocas entre la universidad, la empresa y el gobierno (Figura 2.11.). Estas tres esferas institucionales - que bajo condiciones disfuncionales operan de manera desconectadas -, se visualizan en este modelo como que han de trabajar interactivamente, para formar *un entramado a manera de red*, en donde la división del trabajo se vuelve flexible y funcional más que estructural (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000). Según esto, los actores que intervienen en ella son investigadores académicos, convertidos en empresarios de sus propias tecnologías; empresarios que trabajan en un laboratorio universitario o una oficina de transferencia tecnológica; investigadores públicos, investigadores académicos e investigadores industriales, que dirigen agencias regionales responsables de la transferencia tecnológica.

Una política de modernización industrial basada en conocimiento, basada en el modelo triple hélice combina un enfoque horizontal, que tiene por objeto garantizar coherencia y las sinergias entre los distintos ámbitos estratégicos, y un enfoque sectorial, que permita tener en cuenta las especificidades de los diferentes sectores. Según este modelo, el actor tomará decisiones de acuerdo con el marco normativo y los incentivos financieros existentes.

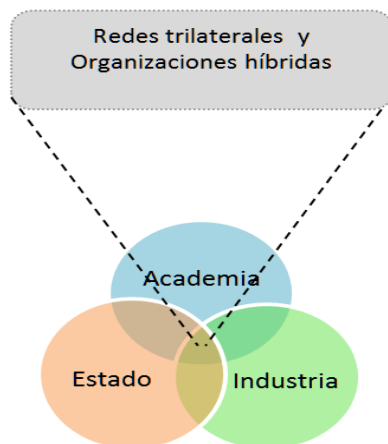


Figura 2.11. La Triple Hélice: las esferas institucionales

Fuente : Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000).

2.6.19. Los instrumentos de política

Si bien los instrumentos de política pueden variar entre los países - según los retos a superar -, algunos de ellos aparecen en todas. Entre ellos se pueden mencionar la simplificación legislativa y administrativa, la gestión de los cambios estructurales en la industria manufacturera, la transferencia de tecnología y manejo de los derechos de propiedad intelectual, así como un enfoque integrado en materia de investigación e innovación industriales. Así por ejemplo, el modelo de política de modernización industrial basada en conocimiento que siguen muchos países del Este Asiático, se caracteriza por una fuerte intervención del estado dentro de una visión estratégica de largo plazo (como Japón, Corea del Sur, China, Singapur, etc.). En ese modelo, la inversión extranjera directa (IED) es utilizada como instrumento de política sistémica, para desplegar las habilidades de aprendizaje mediante el aprovechamiento estratégico de los beneficios de la transferencia internacional de tecnología. Las habilidades y técnicas de gestión que pudieran ayudar a las industrias nacientes a volverse internacionalmente competitivas son capturadas usando políticas tales como las reglas de contenido local y regulaciones de asociaciones, al tiempo que se van

tomando medidas para formar capital humano cada vez más calificado (Kim y Nelson (2000)).

Una estrategia importante de política para que los actores puedan interactuar, es la intermediación. El instrumento más exitoso parece ser la creación de organismos públicos “autónomos” para facilitar el intercambio de conocimiento, como por ejemplo las oficinas de transferencia de tecnología, los parques tecnológicos, etc., llamados “agentes híbridos de innovación” o “instancias de interface” que en sí, tienden a englobar otros instrumentos. Por esta razón, y por su importancia y consistencia con nuestro enfoque, aquí nos centraremos en este instrumento para ilustrar con él nuestro modelo.

2.6.20 La evolución de los instrumentos de política

El sistema de innovación – asumido como proceso de aprendizaje -, tiene características evolutivas. Los análisis comparativos son necesarios, pero es irrelevante hablar de optimalidad: no existen sistemas “óptimos” contra los cuales compararse, dice Edquist (2001). Existen variaciones en las características nacionales, regionales y locales que deben ser tomadas en cuenta. Lo que no impide aprender de otras políticas y seleccionar buenas prácticas o mecanismos de implementación probados (y contextualizables), para diseñar políticas específicas de innovación.

El benchmarking, sin embargo, no es suficiente. Es necesario que la identificación de un problema sea suplementado con un análisis de sus causas como parte de la base analítica para el diseño de una política de innovación. Identificar los procesos y las causas más importantes de los problemas de fondo en un contexto dado, es fundamental para definir dónde y cuándo intervenir, pero tampoco es suficiente. Se requiere además, ocuparse de *cómo* hacerlo. En lo que sigue se presenta primero una breve síntesis de la evolución estratégica de políticas para movilizar el

conocimiento. Posteriormente, se presentan algunos instrumentos de política, relevantes para nuestro modelo.

El avance del conocimiento teórico sobre los procesos de innovación, sin embargo, va teniendo a la par sus implicaciones sobre las estrategias de intervención y formulación de políticas. Al respecto, Smits y Kuhlmann (2002) destacan tres grandes tendencias de las últimas décadas, a partir de las cuales derivan cinco funciones sistémicas que, para ser cubiertas – argumentan –, es necesario desarrollar nuevos tipos de instrumentos: *los instrumentos sistémicos*.

Las tres tendencias son: *el fin del modelo lineal, el surgimiento del modelo sistémico, y la incertidumbre inherente y necesidad de aprendizaje*.

1. *El fin del modelo lineal*. La perspectiva prevaleciente por largo tiempo, de la ciencia, la tecnología y la visión de los procesos de innovación como un desarrollo autónomo ha cambiado notablemente. Hoy es aceptado que la ciencia y la innovación basada en ella es el resultado de procesos sociales y económicos y, por lo tanto, casi por definición, no es un proceso determinístico (Kuhn, 1962; Nelson y Winter, 1977; Callon, 1992; Bijker *et al.* 1987; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Ziman, 1987, 2001). Más aun, es reconocido que en los procesos de innovación ocurren numerosas y frecuentes interacciones y procesos de retroalimentación entre usuarios y productores (Mowery y Rosenberg, 1978; Rosenberg y Kline, 1986; OECD, 1992; Rip y Kemp, 1998; Gibbons *et al.* 1994; Freeman y Lundvall, 1988). La consecuencia más importante de esta tendencia para la formulación de políticas (de carácter sistémico) es la creciente necesidad de *manejar interfaces* entre usuarios y productores de innovación. Este manejo ya no se refiere meramente a la transferencia de conocimiento, tecnologías y competencia tecnológica, sino que se ha de enfocar también en la creación de consciencia, a estimular la articulación de la demanda proporcionando

información estratégica a la medida y puentear brechas entre actores con antecedentes y posiciones institucionales muy diferentes.

2. *El surgimiento del enfoque sistémico.* El punto de inicio del enfoque de sistemas de innovación, a tener en cuenta en política, es que las organizaciones no innovan en aislamiento, sino en el contexto de un sistema de innovación (Freeman, 1987, Nelson, 1993, Lundvall, 1992, Barré *et al.* 1997). Por lo tanto, su desempeño es dependiente de la calidad de ese sistema, más concretamente, de la calidad de sus subsistemas (I+D, usuarios, infraestructura intermediaria y de apoyo) y, quizás más aun, de la mutua sintonización de tales subsistemas (Freeman, 1997); Smits, 2002). Otra consecuencia de este enfoque de sistemas es la heterogeneidad de actores involucrados que están operando en diferentes niveles, tiempos y diversas arenas, en (la gestión de) los procesos de innovación (Kuhlmann *et al.* 1999). Una característica adicional del enfoque de sistemas es el concepto de “*path dependence*”. Por este concepto la especificidad de los sistemas de innovación es subrayada una vez más: los sistemas tienen memoria, que debe ser tomada en cuenta cuando se estudie la dinámica del desarrollo del sistema (Rosenberg, 1976).

Los sistemas de innovación abarcan “biotipos” de todas esas instituciones comprometidas en investigación científica, acumulación y difusión de conocimiento, las que educan y entrenan a la población trabajadora; las que desarrollan tecnología, producen productos y procesos innovadores, y los distribuyen; los cuerpos regulatorios relevantes (estándares, normas, leyes), así como las inversiones del estado en infraestructuras apropiadas. Los sistemas de innovación se extienden sobre las escuelas, universidades, instituciones de investigación (sistema de educación y ciencia), empresas industriales (sistema económico), autoridades político--administrativas e intermediarias (sistema político), así como las redes formales e informales de actores de estas instituciones.

Como “sistema híbrido” las redes de innovación representan secciones de la sociedad que traspasan a otras áreas sociales, como por ejemplo, a través de la educación, o a través de actividades de innovación empresarial y sus efectos socio-económicos: los sistemas de innovación tienen una influencia decisiva sobre los procesos de modernización de la sociedad. De aquí la creciente borrosidad de los sistemas de innovación para convertirse en innovación en red, conformadas por entidades discretas, laxamente acopladas en sistemas, con entidades fuertemente interconectadas con límites un tanto difusos (o borrosos).

El desplazamiento en el sistema de investigación del Modo 1 al Modo 2, y la distribución social de la producción de conocimiento como la describieron Gibbons *et al.* (1994); el desarrollo de la infraestructura de conocimiento de 2° orden –innovación de servicios- (Den Hertog, 2000); el creciente número de alianzas estratégicas basadas en tecnología entre firmas (Hagedoorn y Schakenraad, 1990), etc. hacen pues, que la innovación se vuelva cada vez más una actividad de red (Schmoch *et al.* 1996). Por la misma razón, hay además una creciente *necesidad de vinculación pública-privada* en el área de investigación, tecnología y desarrollo. La política se orienta así, cada vez más, a reforzar la calidad de los sistemas de innovación a través del mejoramiento de la interface entre el sistema de investigación y la industria.

Aunque la asociación pública-privada es un viejo instrumento, a menudo es limitada por el corto-placismo, la orientación a la interacción uno a uno (movilidad, transferencia de tecnología, etc.) y metas comerciales, por ejemplo la comercialización de los resultados de la universidad (Faroult, 2002). Hoy día existe una particular necesidad por la vinculación que tenga una orientación de largo plazo, que involucre conglomerados de firmas y organismos de investigación (redes) y juegue un papel en la organización del sistema de innovación y el desarrollo de la estrategia dentro del sistema.

Esta tendencia tiene dos importantes implicaciones para la formulación de política. La primera es la necesidad de integrar las políticas de innovación en un contexto socio-económico más amplio. Esto significa una considerable ampliación del ámbito político, mejores oportunidades para la sintonización y acción conjunta, y un desplazamiento de arriba-abajo, hacia una dirección de red (políticas horizontales).

La segunda consecuencia, más importante aún, es que mientras las políticas de innovación tradicionales, aparte de su orientación a la misión, eran legitimadas básicamente por el concepto de *falla del mercado*, las modernas políticas de innovación tienen que contender también con las *imperfecciones del sistema, es decir, con fallas sistémicas*. Jacobsson y Johnson (2000) identifican los siguientes defectos en el sistema de innovación:

- Demanda pobremente articulada.
- Procesos de búsqueda local, perdiendo oportunidades proveinentes de otros sitios.
- Redes demasiado débiles (frenando la transferencia de conocimiento).
- Redes demasiado fuertes (que causan “candados”; dominación de actores involucrados; destrucción no necesariamente creativa ni nuevas combinaciones).
- Defecto en el mercado de capital, ausencia de actores altamente organizados, sitios de reunión e impulsores.

Con base en su análisis, estos autores proponen los siguientes papeles para el gobierno:

- Apoyo de diferentes diseños, variedad de salvaguardas, amplio portafolio de tecnologías e innovaciones
- Reforzar vínculos, manejo de interfaces, reforzamiento de relaciones usuario-productor

- Construir nuevas redes (nuevas combinaciones) y de-construir las viejas (destrucción creativa)
- Estimular procesos de aprendizaje
- Aumentar la sensibilización, estimular articulación de la demanda
- Monitorear la lucha entre proponentes de nuevas tecnologías y los incumbentes tradicionales de las viejas.
- Estimular a los “jaladores” (“*prime movers*”).
- Cuidar el horizonte de (muy) largo plazo relacionado con el cambio institucional.

En suma, esta tendencia urge al gobierno a tomar parte (y si es necesario, asumir el liderazgo) en el papel de constructor y organizador del sistema de innovación. Esto es particularmente cierto en contextos de rezago. Sin embargo, no se debe sobreestimar el poder instrumentalista de la política pública frente a otros actores en las arenas de la formulación de políticas complejas. Las autoridades del Estado (regionales, nacionales, transnacionales) en arenas multi-actor de política de innovación juegan un importante papel, pero no uno dominante (Kuhlmann, 2001). En muchos casos han de desempeñar un *papel de “mediador” entre participantes*, facilitando la alineación entre los participantes, equipados con una “sombra de jerarquía” (Scharpf, 1993), más que operando como un poder de gobierno de arriba abajo. Eventualmente la formulación de política “exitosa” significa comprometerse a través de un “re-enmarcamiento de las perspectivas de los participantes (*stakeholders*) y la producción conjunta de consenso. De aquí que los razonamientos normativos de política (falla de mercado, bienes públicos, etc.) normalmente no rigen el comportamiento *de facto* de los actores tomadores de decisiones en arenas políticas de innovación; más bien, tales orientaciones normativas son empleadas como uno entre varios medios de legitimar, en tanto que las decisiones en realidad son conducidas por los intentos de compromiso entre intereses un tanto heterogéneos.

3. *La incertidumbre inherente y necesidad de aprendizaje.* La incertidumbre no es cuestión de optimizar el desempeño bajo condiciones neo-clásicas. La incertidumbre es inherente a la innovación por varias razones. Una muy fundamental tiene que ver con el carácter “*hecho por el hombre*” de la innovación. Dado que la innovación es el trabajo del hombre, no puede nunca ser predicha (Grupp, 1994; Irvine y Martin, 1989). Más aun, la perspectiva sistémica indica que muchos actores con varias perspectivas están involucrados en procesos de innovación. Esto implica que la innovación es un proceso complejo, difícil de comprender. Los actores involucrados en los procesos de innovación no poseen información perfecta y deben funcionar bajo condiciones de *racionalidad limitada* (Simon, 1957). Una de las consecuencias más importantes de esta característica para la formulación de políticas es que, debido al papel dominante de la incertidumbre en los procesos de innovación, es necesaria una amplia variedad de instrumentos. Al respecto, cabe señalar que es contraproducente que ante el alto nivel de incertidumbre se le requiera simultáneamente, alta efectividad para alcanzar los objetivos de política. Por definición, este es un ámbito político que conlleva un nivel esperado de fracasos. La política de innovación debe dejar un cierto espacio para la experimentación, el aprendizaje y los fracasos calculados.

Con base en lo dicho arriba, Smits y Kuhlmann (2002) proponen cinco funciones sistémicas a las que se les debe prestar más atención cuando se recopile el portafolio de instrumentos de política:

1. *La gestión de interfaces.* Esta gestión no sólo se orienta a la transferencia de conocimiento sino también a la construcción de puentes y estimulación del debate. Más aun, la gestión de interfaces no está limitada a contactos bilaterales sino sobre todo, enfocada sobre cadenas, redes y a nivel de sistema.

2. *Construcción y organización de sistemas de innovación.* La construcción (nueva combinación) y deconstrucción (destrucción creativa) de subsistemas, iniciar y organizar, discurso, alineación, consenso. También el manejo de sistemas complejos, prevención de candados, identificación y facilitamiento de más “jaladores” (*prime movers*), y aseguramiento de que todos los actores relevantes estén involucrados, son parte de esta función.

3. *Proporcionar una plataforma para el aprendizaje y la experimentación.* Crear condiciones para varias formas de aprendizaje tales como aprender haciendo, aprender usando, aprender interactuando y aprender a nivel de sistema (= contribuir al valor agregado del sistema total).

4. *Proveer una infraestructura para inteligencia estratégica.* Identificar fuentes (evaluación tecnológica, prospectiva, evaluación, benchmarking), construir vínculos entre fuentes, mejorar accesibilidad para todos los actores relevantes (centro de intercambio) y estimular el desarrollo de la capacidad para producir información estratégica diseñada para las necesidades de los actores involucrados.

5. *Estimular la articulación de la demanda, estrategia y desarrollo de visión.* Estimular y facilitar la búsqueda para posibles aplicaciones, desarrollar instrumentos que apoyen el discurso, la visión y el desarrollo de estrategias.

En suma, los instrumentos prevalecientes, aunque a veces miran hacia las nuevas demandas, no cubren las necesidades sistémicas debidamente. Smits y Kuhlman concluyen aquí que es necesario un nuevo tipo de instrumento que ellos llaman *instrumento sistémico*. Estos nuevos instrumentos se relacionan con los ya existentes, y discuten luego lo que implican para la composición del portafolio.

2.6.21. Instrumento Sistémicos para la Vinculación

Los instrumentos convencionales de política de innovación pueden ser clasificados en tres categorías: instrumentos financieros (incentivos fiscales, subsidios a la I+D.); instrumentos orientados a estimular la difusión de conocimiento (centros de innovación, esquemas de movilidad) e instrumentos de gestión (*management*) dándole a las empresas asistencia durante sus esfuerzos innovadores. Los instrumentos financieros aun dominan fuertemente el portafolio de instrumentos de política. Tales instrumentos cubren sólo parcialmente las cinco funciones sistémicas destacadas arriba. La principal razón para esto es la observación de que tales instrumentos solamente son capaces de servirlos de manera muy marginal; aun toman a la organización individual, usualmente la empresa de negocios, como la unidad de análisis; difícilmente juegan un papel constructor y organizador de sistema; no dan mucha atención a procesos de aprendizaje, plataformas para experimentación ni inteligencia estratégica hecha a medida. La mayor parte del tiempo se enfocan al sector privado y muy poco a la vinculación pública-privada. Consecuentemente, enfocándose en las cinco funciones, se necesita un cuarto tipo de instrumento: los *instrumentos sistémicos*. Cabe señalar que aquí, Smits y Kuhlmann (2002) se enfocan en la formulación de política para el contexto de los países más avanzados de la OECD; para aquellas naciones que aún no pueden ser caracterizadas como basadas en conocimiento, el debate de instrumentos sistémicos habrá de tomaren cuenta otras consideraciones, dado que sus sistemas y políticas de innovación no encajan con las funciones actuales que representan los instrumentos sistémicos.

En la Figura 2.12. se puede ver el inspirador diagrama simplificado del sistema nacional de innovación de Smits y Kuhlman (2002), donde se incorpora la infraestructura de intermediación.

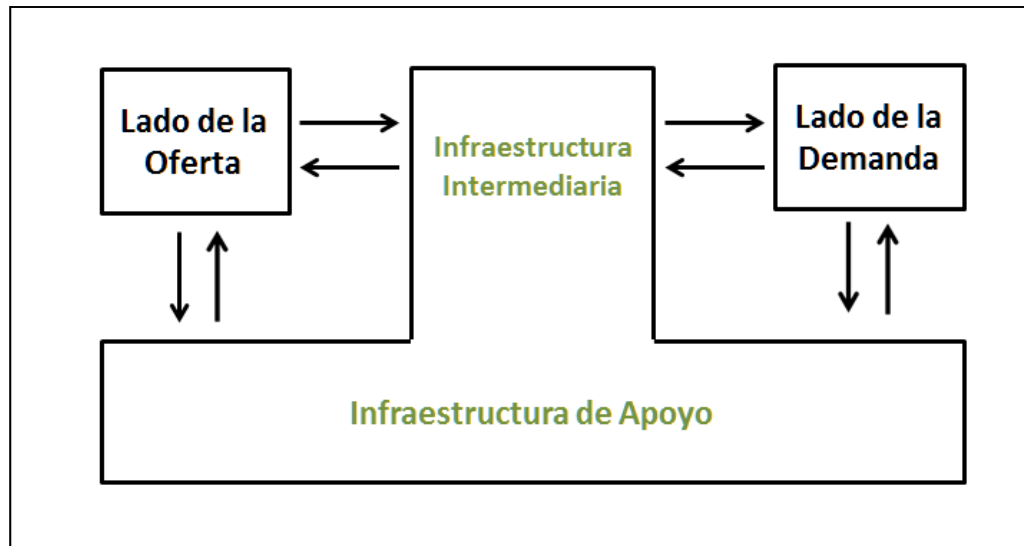


Figura 2.12. Sistema de Innovación con infraestructura de intermediación

Fuente: Smits y Kuhlmann (2002).

En este sistema se pueden distinguir cuatro componentes: 1) el lado de la oferta, que cubre la producción de conocimiento: el sistema de investigación; universidades, organismos públicos de investigación y laboratorios industriales son parte de este subsistema. 2) El lado de la demanda, cubre consumidores, empresas, departamentos gubernamentales y otros usuarios de productos y servicios basados en conocimiento. 3) El tercer subsistema es la infraestructura intermediaria, que comprende instituciones, mecanismos y organizaciones orientadas a mejorar la interface e intercambio de conocimiento entre el lado de la oferta y la demanda; las políticas de transferencia de tecnología, centros de innovación y también los esquemas de movilidad de investigadores son parte de este subsistema. 4) El último subsistema es el de la infraestructura de apoyo. sistemas educacionales, infraestructuras material e inmaterial, inteligencia estratégica, disponibilidad de capital de riesgo, el acoplamiento entre la oferta y la demanda del mercado de trabajo, nivel de capacidades de gestión de las empresas, y las relaciones entre empleadores y empleados son varios aspectos de este subsistema.

Smits y Kuhlmann (2002) ven que hay una tendencia en la formulación de políticas que pasa de la orientación de la oferta y las interacciones uno a uno, hacia la orientación a la demanda y hacia el enfoque sistémico. En consecuencia, no sólo ha cambiado *el tipo de concepto* político, de ser orientado en la oferta hacia el usuario, sino también *los tipos de instrumentos* usados. Aunque no se ha llegado aún a la fase ideal “sistémica”, la conciencia de las cinco funciones sistémicas señaladas arriba está creciendo, aunque el desarrollo de instrumentos todavía está en etapa temprana. Por ejemplo, hay relativamente pocos mecanismos orientados hacia la movilidad humana y mejoramiento de la explotación del conocimiento público. Un instrumento importante, dicen, es apoyar primordialmente proyectos de carácter colaborativo para abordar un problema en el sistema: la poca interacción entre actores, particularmente la industria y centros de investigación.

Las políticas para impulsar la colaboración requieren pues, darle más atención a los instrumentos sistémicos. Smits y Kuhlmann (2002) se centran en dos tipos de instrumentos sistémicos: “*science shops*”^{xv} y la vinculación-pública privada entre el mundo de la ciencia y la economía.

Es necesario aclarar que la intención de los instrumentos sistémicos no es desplazar a los otros instrumentos, sino más bien tratar de complementarlos, y al hacerlo, equilibrar mejor el portafolio, para mejorar la eficiencia y la efectividad. Los otros tres tipos de instrumentos cubren parte de las funciones sistémicas, y algunos otros ya se están desarrollando e implementando, pero todavía no pueden ser evaluados por ser muy recientes, dicen Smits y Kuhlmann (2002).

Por otro lado, enfocándose más en la mediación entre el sistema científico y la sociedad en general, como instrumento sistémico, Van der Muelen y Rip

^{xv} Ver Anexo III

(1998) se concentran a su vez en la creciente importancia de lo que ellos llaman “el nivel intermediario”, como asociaciones de universidades, consejos asesores sectoriales sobre investigación, programas prioritarios, ejercicios de prospectiva e institutos tecnológicos), que pueden jugar un papel importante en la mediación entre la ciencia y la sociedad. Este proceso mediador sólo tiene una cuantas de las características del viejo paradigma de gobierno de arriba hacia abajo. Como alternativa, Van der Meulen y Rip (1998) *hablan de “agregación heterogénea”*: *“Tal agregación de opiniones y experiencias individuales en un repertorio y una agenda a nivel colectivo es heterogénea: diferentes clases de fuentes y consideraciones son combinadas y el proceso es estructurado a través de interacciones en cursos, reuniones que ocurren por otras razones, así como la construcción intencional de una agenda. Tales procesos se han vuelto importantes para sostener cuerpos de nivel intermediario”*.

Entre los principales problemas que pueden enfrentar los formuladores de política con respecto a los instrumentos sistémicos se pueden mencionar los siguientes:

- Cómo organizar el aprendizaje y la experimentación efectiva;
- Cómo asegurar que estos instrumentos alcancen resultados estructurales, de largo plazo;
- Disponibilidad de actores con la actitud correcta y destrezas adecuadas;
- Destrucción creativa de sistemas, instituciones y relaciones que no cubran más las nuevas demandas.

Sobre la transferibilidad de instrumentos sistémicos de un sistema de innovación a otro, hay dos caras de la moneda. Por un lado, los instrumentos sistémicos son altamente contextualizados por las siguientes razones:

- Para que sean efectivos, deben estar en línea con las características del sistema de innovación particular. Recordemos que ***cada sistema tiene su historia*** y consecuentemente, diferirá de otros sistemas. Por lo tanto, los instrumentos sistémicos, sus metas y la manera como sean implementados también serán diferentes de un sistema a otro.
- Los instrumentos sistémicos no proporcionan soluciones ya hechas. Muy a menudo, solamente *crean las condiciones que facilitan el proceso de aprendizaje*. El apoyo dado por los instrumentos sistémicos es también a menudo en sí, un proceso de aprender haciendo y de aprender interactuando. Por lo tanto es altamente específico del contexto.
- En economías intensivas en conocimiento, los sistemas de innovación pueden variar considerablemente. Sin embargo, las experiencias de un sistema de innovación pueden servir como fuente de inspiración para otros sistemas porque a menudo enfrentan el mismo tipo de problemas y desafíos. Este “potencial para inspiración” es menor cuando los países se encuentran en una fase diferente de desarrollo económico, reflejado en las estructuras económicas y sistemas de innovación relacionados, los cuales son confrontados con problemas y desafíos de un tipo de complejidad completamente diferente comparados con aquellas economías basadas en conocimiento. Sin embargo, hay buenas prácticas que pueden ser adaptadas a estos contextos. Con todo, para aprovechar este “potencial de aprendizaje”, debe ser reforzada o creada una infraestructura para apoyar estos procesos de aprendizaje.

La innovación requiere más interrelaciones e interacciones entre agendas políticas, actores y arenas heterogéneos. A medida que la política pública se

ve involucrada hay una *necesidad de coordinación de política horizontal y sistémica*. Esta aseveración se sustenta en dos reflexiones:

1. *la visión instrumentalista* de la formulación de políticas de innovación se ha agotado. De acuerdo con Rip y Kemp (1998) un indicador de la orientación instrumentalista hacia la formulación de política “modernista” ha sido una demanda por “métodos robustos” que podrían permitir a los formuladores de política hacer una diferencia, para ejercer influencia, para dirigir incluso –en otras palabras, para actuar a distancia. El empuje instrumentalista tiende a ser contraproducente en sus propios términos porque desatiende las complejidades y la auto-dinámica de los procesos de innovación.

2. La formulación de política de innovación rara vez es sólo cuestión de toma de decisiones de arriba abajo y de implementación sencilla. Más bien puede ser modelada *como un proceso de formación de redes entre actores heterogéneos* (corporativista), representando diferentes sub-sistemas sociales. Frecuentemente, las decisiones políticas son negociadas en *arenas multi-actores* y redes relacionadas (Marin & Mayntz, 1991) que pueden extenderse a sistemas político-administrativos en multiniveles, alcanzando responsabilidades desde lo regional hasta lo transnacional. Los actores negociadores con diferentes responsabilidades (los formuladores de política definen programas para distribuir presupuestos, los investigadores definen temas, compra de equipo, etc.; la industria ve por las ventajas competitivas, etc.) buscan diferentes intereses –parcialmente contradictorios –, representando diferentes perspectivas de los grupos de interés. Construyen diferentes ‘percepciones de “la realidad” (Callon, 1992), se refieren a “marcos” institucionales divergentes (Schön y Rein, 1994). Consecuentemente, las estructuras dadas de poder y la conformación de arenas pueden variar considerablemente entre estados nacionales, regiones, localidades o corporaciones.

Normalmente las autoridades del Estado en las arenas multi-actor de la política de innovación (regional, nacional, transnacional) juegan un papel importante, pero normalmente no dominante. En muchos casos ellos juegan más la función de un “mediador”, facilitando la alineación entre los grupos de interés, equipados con una “sombra de jerarquía” (Scharpf, 1993), más que operando una dirección de gobierno de arriba-abajo. La formulación de política exitosa normalmente significa comprometerse a través del “re-enmarcamiento” de las perspectivas de los grupos de interés y la producción conjunta de consensos.

Una precondition importante es impulsar *un sistema de educación y entrenamiento reformado para formuladores de política*, incluyendo lecciones sobre condiciones, medios, impactos y escollos de la formulación de política sistémica.

Para mejorar el conocimiento del uso de instrumentos sistémicos, Smits y Kuhlmann (2002) proponen iniciar un número de proyectos de innovación (piloto) con fuerte carácter sistémico –como sería el caso de programas de prospección, por ejemplo-, que servirían a tres objetivos:

- Proporcionar a los investigadores de innovación la oportunidad de reflexionar sobre el papel de los instrumentos sistémicos en procesos de innovación complejos y perdurables.
- Dar a los actores involucrados en los procesos de innovación conceptos, información e instrumentos que pudieran ayudarles a realizar sus metas.
- Los proyectos podrían actuar como una especie de dispositivos de monitoreo y aportar conocimiento sobre la manera en que estos proyectos pueden ser mejor monitoreados y evaluados (como demostradores).

2.6.22. La intermediación

En la literatura mundial sobre sistemas de innovación viene ganando importancia la dinámica de las interacciones y la colaboración. De aquí que hoy día se le preste más atención a los nodos, enlaces y redes que conforman los procesos de innovación, cada vez más complejos (Howells, 2006). El interés despertado a partir de los estudios sobre sistemas de innovación (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist y Johnson, 1997; sobre innovación y redes científicas (Freeman, 1991, Callon, 1994; Hohn y Lütz, 1994) y sobre la tendencia a “abrir” la innovación y el conocimiento socialmente distribuido (Coombs *et al.* 2003), va prestando más atención a los crecientes niveles de colaboración y la subcontratación.

A la par que se va complejizando este ámbito, surge un conjunto de instancias –públicas y privadas - a los que genéricamente se les conoce como “intermediarios”. Ellas desempeñan una variedad de tareas dentro del proceso innovador, a manera de catalizadores. Los diferentes papeles que juegan estos actores han sido descritos en la literatura de maneras muy diversas, como “terceras partes” (Mantel y Rosegger, 1987), firmas intermediarias (Stankiewicz, 1995, puentes (Bessant y Rush, 1995; intermediarios (Hargadon y Sutton, 1997) y organizaciones de superestructura (Lynn *et al.* 1996); instancias de interface, organizaciones híbridas, etc. La intermediación pública es un importante instrumento de política que sirve, entre otras cosas, como instrumento para la vinculación.

CAPITULO 3

POLITICAS PUBLICAS DE VINCULACION PARA GENERACION DE INNOVACION Y DESARROLLO EN REGIONES INDUSTRIALES METROPOLITANAS REZAGADAS

Este capítulo se ocupa de plantear el problema de la construcción de la vinculación local academia-industria – gobierno a través de políticas públicas. Para ello, antes hemos de tocar dos puntos importantes, para dar sentido al planteamiento de la problemática: 1] la importancia de la integración sociológica en la formulación de políticas de innovación; 2] importancia del enfoque de sistemas complejos en políticas públicas.

3.1. IMPORTANCIA DE LA INTEGRACIÓN SOCIOLÓGICA EN LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

Para países que no han logrado subirse al tren de la llamada Era del Conocimiento - con niveles de desarrollo regional tan heterogéneos y problemas de desvinculación academia – industria, como México (Casas, 2007)-, la consideración social dentro del estudio y formulación de políticas locales orientadas a la innovación se vuelve de crucial importancia. En los hechos, el cambio tecnológico depende en gran medida, de las condiciones del ambiente operativo inmediato. Y éste, no es sino el resultado de la interconectividad de ciertos factores socio-económicos y culturales clave que favorecen (o no) *el flujo de conocimiento* en el tiempo y en el espacio, expresados en la capacidad de interacción de múltiples actores. Hablar de la capacidad innovadora como proceso co-evolutivo socio-económico es hablar de actores y de relaciones; de cultura y de idiosincrasia. Y es hablar de las presiones del cambio tecnológico, pero también de procesos de aprendizaje colectivo, de formación de capital humano, *expertise* interactivo y capital social, etc. Factores todos ellos que conciernen no sólo a la Sociología sino a todas las ciencias sociales, y que no pueden ser omitidos en el análisis y en

la formulación de políticas públicas locales, regionales o nacionales relacionadas con el fomento a la innovación^{xvi}.

La integración de la visión sociológica en la formulación de políticas locales de innovación, planteamos aquí, es fundamental para abordar “desde abajo” y en profundidad, un problema complejo importante relacionado con el potencial innovador de México, el de la desvinculación academia – industria, para allanar el camino hacia el desarrollo basado en conocimiento, en un sentido amplio. “Aprender a vincularse” desde lo local y en contextos de subdesarrollo, es aprender a colaborar, a auto-organizarse para formar redes de conocimiento y así, potenciar su capacidad de absorción tecnológica local, y por ende, su capacidad productiva. Y también, a mentalizarse que la innovación no es lineal sino un proceso de carácter sistémico, complejo y colectivo. Es decir, que la apuesta política primaria en países considerados de bajo desempeño innovador - como México -, ha de vislumbrar un largo proceso de aprendizaje, transicional, hacia la articulación de sistemas efectivos de innovación, en donde el primer paso es aprender a colaborar desde lo local, para hacer un uso eficiente del conocimiento.

La *capacidad de absorción tecnológica* local puede verse como una propiedad emergente de un sistema local industrial dado. Para que se exprese, se requiere de un ambiente operativo inmediato propicio, continuamente en construcción por acción de la interconectividad de factores socio-técnicos, culturales, económicos, etc., que a su vez son clave para que puedan ocurrir las debidas interacciones y flujos de conocimiento entre los actores relevantes. Entendida así - dentro de una dinámica social histórica, que implica el uso eficiente de conocimiento -, la capacidad de absorción de conocimiento en una localidad se vuelve inherente a procesos

^{xvi} Las llamadas *políticas de innovación* es una manera corta, que tiende a ser utilizada en la literatura internacional y documentos públicos, para referirse a las nuevas políticas públicas de reconversión industrial orientadas a la innovación o al desarrollo basado en conocimiento. En este trabajo las llamaremos simplemente *políticas de innovación*.

de aprendizaje colectivo orientados a facilitar el flujo de conocimiento. Tal es el ambiente operativo local, de cuya configuración dependerá pues, la efectividad del proceso de vinculación ciencia - industria. Por ello, para países heterogéneos y poco innovadores como México, la consideración social adquiere importancia crucial en la formulación de políticas locales industriales orientadas a la innovación. En suma, “aprender a innovar” en contextos de subdesarrollo es un problema socio-cultural complejo, que requiere de la intervención política integral, desde lo local, para inducir el cambio en el plano nacional. Un cambio que busque facilitar la generación de sinergias a través de ambientes operativos inmediatos adecuados o *milieux* innovadores mediante la conformación de su capital social productivo.

3.2. IMPORTANCIA DEL ENFOQUE DE SISTEMAS COMPLEJOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

El enfoque de Dinámica de Sistemas Complejos aplicado a problemas de políticas públicas significa simplemente, que para su formulación estamos considerando tratar de ver el panorama social como siempre ha sido: no lineal, transdisciplinario, dinámico y adaptable. Complejo. Se pretende, a través de sus teorías, conceptos y modelos, dar coherencia intelectual a una nueva cultura de aprendizaje, inherente al enfoque de sistemas complejos (Dennard, Richardson y Morcöl, 2008) Bajo este enfoque, se busca un tipo de políticas públicas orientadas a crear condiciones adaptables, donde las trayectorias individuales y sociales están delimitadas por “el problema” a ser regulado. Es una visión que aspira más a potenciar las posibilidades de participación en la co-creación de futuro (Wolin 2008). Se busca inducir la conformación de un entramado de factores y vías favorables, que incrementen las probabilidades de alcanzar niveles de estado – emergentes-, deseables en el tiempo.

Bajo la lente de la complejidad, en este trabajo la inducción de la capacidad innovadora local como problema de política, yendo más allá de la mera

transacción comercial, es asociada con la interconectividad de un conjunto de factores inductores o inhibidores de la interacción humana y sus procesos de interconexión sistémica. Tiene que ver con el cambio social en transición hacia una cultura de comunicación - colaboración local, asociada con la creatividad para resolver problemas tecno-industriales, y comenzar así a allanar el flujo de conocimiento, determinante de la capacidad innovadora.

3.3. MARCO PARA UNA POLÍTICA DE VINCULACIÓN

Aquí planteamos que la desvinculación AIG a nivel local es un problema sociocultural, asociado con la baja capacidad innovadora en las RIMr. Es decir, que la *función de vinculación* en el sistema de innovación, no está siendo bien servida. Y que la intervención pública en estos contextos, es muy justificada ante la necesidad de darle cohesión al sistema para poder aspirar a la revitalización tecno-industrial local y al bienestar social.

El diseño e implementación de políticas e instrumentos cuando se trata de inducir cambios positivos de comportamiento sociocultural, dentro de nuestro modelo, han de mirar hacia la cohesividad sistémica y al mejoramiento de la capacidad innovadora local. Para ello adoptamos un enfoque de *política adaptable*, y lo integramos con la Teoría Estructural-Funcionalista, ambas consistentes con la Sociocibernética. Para acercarnos al problema de la cohesividad sistémica asociado con la vinculación en el nivel local, la conceptualización de la triple hélice como objetivo estratégico de largo plazo para el nivel macro-social, en conjunción con el de autoorganización de capital social para el nivel micro-social en el corto y mediano plazo, serán utilizadas para vislumbrar la problemática asociada con la dinámica de la cadena de valor del conocimiento /proceso de aprendizaje en el nivel local.

En lo que sigue se conceptualiza primero el marco general de *política adaptable* después, incorporamos ahí nuestra interpretación de la teoría estructural funcionalista para el problema que nos ocupa y desarrollamos los

elementos conceptuales de importancia para la política de vinculación, tomando en cuenta que en el largo plazo se estaría buscando la conformación de *clusters* industriales, consistente con el modelo estratégico de la Triple Hélice. Finalmente, sugerimos, con carácter ilustrativo, la conceptualización de un *instrumento sistémico* de política para la inducción de capital social calificado: *la intermediación*.

3.4. ENFOQUE Y MARCO GENERAL DE LA FORMULACIÓN

El nivel de desarrollo de un sistema de innovación es dependiente de la trayectoria histórica de un país, región o localidad (*path dependence*). Lo que no significa que tenga que verse como una fatalidad cuando los sistemas son desestructurados, disfuncionales y su nivel de desempeño innovador es bajo. En estos casos, la intervención pública no sólo es justificada sino ineludible, para inducir el cambio en esos patrones de comportamiento. Digamos, inducir un viraje en la *path dependence* en evolución. Accionar hoy para construir una *path forward*^{xvii}, que en adelante tienda a bajar el nivel de incertidumbre y a alejar del equilibrio al sistema. A nivel local es donde la intervención pública nacional puede tener mayores probabilidades de éxito, por ubicarse en un nivel operativo más cercano a la realidad.

Los patrones de comportamiento social con respecto a la conformación de relaciones productivas afectan y son afectados por la estructuración y funcionalidad del sistema. Por lo que se ve y por lo que no se ve; y por lo que sucedió ayer, por lo que está sucediendo hoy y por las expectativas del mañana. Por lo tanto, la probabilidad de *subir el nivel de estado* de la *capacidad (para vincularse, para innovar, etc.)* por vía de la intervención pública facilitadora y sostenida, dependerá tanto del entendimiento de las causas profundas de la situación particular, del cuadro global, así como del diseño de instrumentos adecuados para su implementación.

^{xvii} *Path-forward* sería el camino a seguir

3.5. PRINCIPIOS DE POLÍTICA ADAPTABLE

La formulación de políticas, para ganar credibilidad, ha de reconocer y abrazar la complejidad, la incertidumbre y la impredecibilidad, como una nueva forma de pensar. En este trabajo nos guiamos por el enfoque de política adaptable, no lineal. La *política adaptable* es un enfoque que se apoya en la planeación estratégica y procedimientos administrativos que *facilitan* la innovación, la capacidad de respuesta y experimentación, así como los procesos de decisión que *conjuntan aprendizaje con acción* (Walker y Marchau, 2003). Bajo este enfoque, las políticas han de ser “adaptables – diseñadas no para ser óptimas para un futuro estimado mejor, sino robustas a través de un rango de futuros”. Lo que importa, por lo tanto son los caminos conducentes a un nivel de estado superior. Sus principios de política se han resumido en la Tabla 3.1.

Principios Básicos de Política Adaptable, No Lineal

- La formulación ha de ser adaptable en el tiempo, en su alcance y en sus recursos
- Visión de largo plazo, que avanza por fases, hacia un *atractor* siempre movable (siempre se puede mejorar). Por lo tanto, sólo puede aspirar a resultados mejorados.
- No plantea por lo tanto, soluciones definitivas del problema; se trabaja con probabilidades, se busca allanar caminos
- Cada cuestión es esencialmente única; las políticas han de contextualizarse
- Cada cuestión compleja puede ser considerada como un síntoma de otro problema
- La existencia de una discrepancia representando una cuestión compleja puede ser explicada de muchas maneras
- La elección de la explicación determina la naturaleza de la resolución de la cuestión.

Fuente: Elaboración propia con base en texto de Walker y Marchau (2003)

Tabla 3.1 .Principios básicos de política adaptable.

La política adaptable reconoce la complejidad, la incertidumbre y la impredecibilidad. Puede verse como un enfoque más modesto en aspiraciones, pero más congruente con la realidad y por lo tanto, con mayores probabilidades de ser efectiva en términos de resultados. La

intervención pública bajo este enfoque, asume un papel facilitador – conductor, en el sentido cibernético-, más que controlador, de arriba abajo. Se busca la consistencia entre las características propias de los problemas complejos, las respuestas políticas y los principios de liderazgo que conviene asumir, como se muestra en la Tabla 3.2.

Consistencia Política		
Características de Problemas Complejos	Respuestas Políticas	Principios de Liderazgo/Gobernanza
<p>Los intentos repetidos de solución al problema han fallado persistentemente. No tienen una formulación definitiva.</p> <p>Cada cuestión es esencialmente única</p> <p>Cada cuestión compleja puede ser considerada como síntoma de otro problema.</p> <p>Una cuestión compleja puede ser explicada de muchas maneras</p> <p>Involucran profundo desacuerdo por conflictos de valor. Siempre habrá perspectivas de operación divergentes</p> <p>Los problemas no están consolidados, son movedizos, confusos; aparecen nuevas causas. Problemas interdependientes, multifacéticos.</p> <p>El comportamiento del sistema no es predecible debido a la presencia de bucles de retroalimentación; las diferentes maneras que tiene la gente de construir significados de su experiencia. Por el libre albedrío de los seres humanos.</p> <p>No tienen límites en alcance; las cuestiones se dispersan hacia fuera y se interconectan con muchos otros problemas</p>	<p>Adaptabilidad en el tiempo, alcance y recursos. Incrementar probabilidades; Allancar caminos.</p> <p>Contextualizar las políticas, instrumentos y mecanismos</p> <p>Una política integral con múltiples frentes de ataque.</p> <p>La elección de la explicación determinará la naturaleza de la resolución en cuestión.</p> <p>Pensar sobre el gran cuadro Adoptar enfoque pluralista –acepta y promueve la coexistencia de diferentes marcos de referencia –por eso hay que enmarcar bien el problema y pueden variar en el tiempo Contemplar procesos de retroalimentación.</p> <p>Manejar y responder a la imprevisibilidad, más que tratar mecánicamente de determinar productos.</p> <p>Las diferentes perspectivas resaltarán diferentes problemas y diferentes mejoras por hacer; y acomodarán el desacuerdo más que la fragmentación institucional. Esto es crucial para desarrollar mejoras genuinas en los problemas complejos</p> <p>Enfocarse más en relaciones, procesos y mejoras (en oposición a datos, metas y soluciones).</p>	<p>Visión integral, holística</p> <p>Reconocer los límites de las soluciones existentes.</p> <p>Permitir que las soluciones emerjan de diferentes fuentes.</p> <p>Asumir papel facilitador</p> <p>Diseñar instrumentos de política sistémicos y mecanismo consistentes</p> <p>Distribuir el poder a la gente con capacidad para resolver efectivamente una cuestión.</p> <p>Rechazar ser desviado y aprender del fracaso.</p> <p>Liderazgo significa influenciar a la comunidad para que enfrente sus problemas.</p>

Tabla 3.2. La Consistencia Política

La noción de *políticas adaptables* incluye políticas que respondan a cambios en el tiempo y que hagan explícita la *disposición para el aprendizaje*; que los inevitables cambios o ajustes políticos se vuelvan parte de un proceso mayor de desarrollo, reconocido, y no que sean forzados a ser repetidos, sobre la base de un producto ilusorio, como se plantea en el enfoque lineal, mecanicista. Esta idea se ejemplifica en la Figura 3.1. aplicada a nuestro problema: No por invertir más en I+D, automáticamente fluirá más el conocimiento y se incrementará la capacidad innovadora local. Es necesario considerar los procesos de retroalimentación subyacentes y los factores que les afectan. La no linealidad.

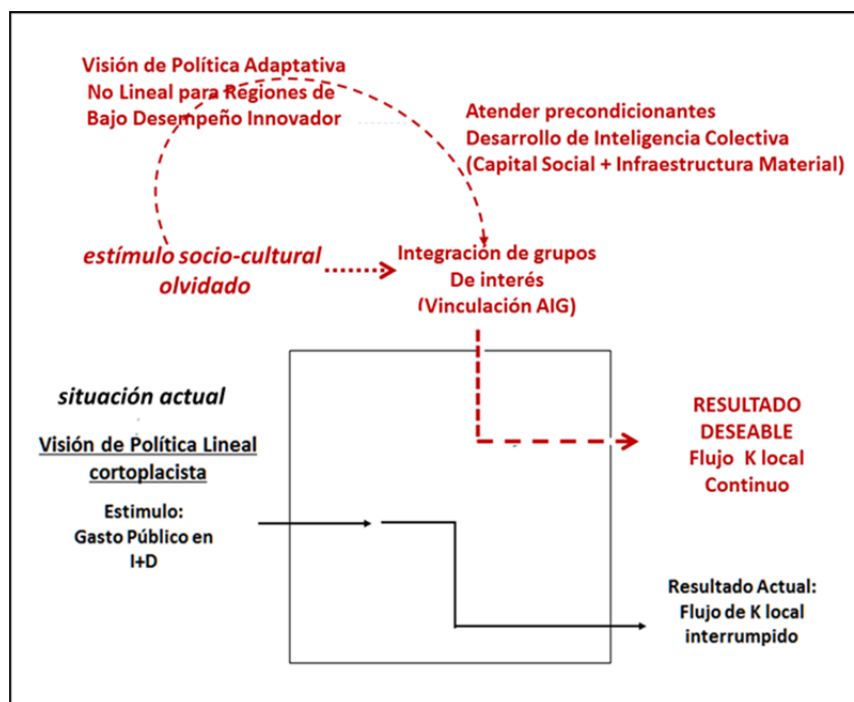


Figura 3.1. Visión de política adaptable no lineal para regiones de bajo desempeño innovador.

3.6. APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE SISTEMAS COMPLEJOS A LA POLÍTICA DE VINCULACIÓN

Para enfrentar la situación de desvinculación y en consistencia con la noción de política adaptable no lineal, adoptamos aquí los conceptos y principios del enfoque de Sistemas Complejos, para incidir sobre la interacción social y así, potenciar el desempeño innovador. Se trata, en primera instancia, de mejorar la cohesividad de los sistemas de innovación, ilustrada en nuestro modelo por la desestructuración y disfuncionalidad de los sistemas de innovación en las RIMr. Desestructurados y disfuncionales, por razones como las siguientes:

a. Están presentes los actores, están bien posicionados, pero no pueden actuar debidamente porque no establecen relaciones perdurables con quienes debieran, en otras esferas de actividad, para adquirir o transferir el conocimiento requerido; por lo tanto, la estructura no puede cumplir sus funciones. El sistema presenta una configuración de red “estrellada”, como redes-ego desconectadas^{xviii}. Está desestructurado.

b. Los actores requeridos están ausentes o mal posicionados, por ejemplo por falta de capital humano calificado, poca infraestructura, recursos insuficientes, etc. Si estuviesen mal posicionados (por ejemplo, todos en la investigación básica y ninguno en la I+D privada; o bien, los investigadores existentes resolviendo problemas irrelevantes para las necesidades de la localidad y sólo unos pocos, atentos a ellas, etc.), el flujo de conocimiento también se interrumpiría o buscaría caminos más tortuosos, costosos o lentos. El sistema entonces podrá presentar una configuración de red “rota”, con agujeros. Es disfuncional.

^{xviii} En el Capítulo 4 y en el Anexo II se ve con más detalle lo de redes ego.

Sea como sea, la desestructuración y disfuncionalidad nos conducen al asunto de la desvinculación. Si bien lo normal es que la política local esté subsumida a algún esquema nacional de política de innovación, ella ha de ser contextualizada, de acuerdo con las situaciones particulares: el nivel de desarrollo, tipo de problemas prevalecientes con respecto a la vinculación, infraestructura, recursos disponibles, necesidades locales por resolver, etc. Por ejemplo, las necesidades de vinculación serán diferentes para una localidad que busque impulsar PYMES de base tecnológica, que para otra con predominio de industria manufacturera tradicional, o que busque integrar cadenas de proveedores a grandes empresas, o una mezcla de varias, etc. Situaciones y necesidades todas que irán cambiando en el tiempo y en el espacio. La política de vinculación bajo este enfoque ha de ser una política adaptable, facilitadora/inductora, constante. No se espera que haya un producto concreto final (por ejemplo, “producir 20 patentes por año”, etc.), sino construir y despejar siempre el camino.

La política pública ha de actuar como facilitadora para mejorar la vinculación, en el entendimiento de que está tratando de incidir sobre procesos estocásticos. Para ello, es necesario considerar que la *probabilidad de subir el nivel de estado* (de *pre-catching-up*) en ese ambiente operativo inmediato local (*milieu*) dependerá tanto del entendimiento de las causas profundas de la situación particular, de las situaciones cambiantes y factores no controlables del entorno, así como del diseño e implementación de instrumentos de política consistentes. Instrumentos sistémicos y mecanismos para instrumentar la intervención, buscando incidir sobre aquellos factores clave que están retroalimentando ciertos patrones de comportamiento que impiden el flujo ininterrumpido de conocimiento en la localidad, y que es deseable modificar.

El flujo de conocimiento, se sabe, ocurre a través de las redes de interacción colaborativa, su capital social. Estas se van auto-organizando y configurando

entre la gente que está involucrada en el proceso innovador de una u otra forma. Potenciar esas relaciones colaborativas entre los actores desde la intervención pública significa pues, entender los procesos afectados y los factores que inhiben la conformación de relaciones que les darán vida, para planear una estrategia consistente.

3.7. ELEMENTOS A TOMAR EN CUENTA

3.7.1. *Los tipos de problemas*

Algo básico en la formulación de políticas adaptables es distinguir los tipos de problemas, para diseñar sus instrumentos de política. Una cosa son los problemas técnicos, para los cuales se requiere establecer procesos o procedimientos técnicos satisfactorios. Y otra cosa son los problemas “adaptables” de carácter socio-cultural, que involucran conflictos de valor - sea entre grupos de protagonistas o entre lo que un grupo quiere y la situación que confronta (Heifetz, 2001). Nuestro modelo se orienta al abordaje de este último tipo de problemas

3.7.2. *La incertidumbre*

El sistema complejo a veces puede ser predecible, pero a menudo, no. Por ejemplo, en el proceso de innovación, por su propia naturaleza, lo único cierto que hay es que todo es incierto. La *incertidumbre* ha sido expresada como el “no saber lo que desconocemos” y por ello, su impacto es mayor que todo lo demás. A diferencia del *riesgo*, cuyo manejo se basa en que “sabemos lo que desconocemos”). En la actividad humana, como en la naturaleza misma, muchos eventos son impredecibles. La función de la política, en todo caso, es tratar de bajar el nivel de incertidumbre.

Contrario al enfoque lineal de política, que se guía por la apariencia para tratar de resolver problemas concretos, en nuestro enfoque se acepta que

cada cuestión compleja puede ser considerada como un síntoma de otro problema. Se abordan por lo tanto, factores y procesos no lineales, como bucles de retroalimentación, que dificultan ver “por donde va a saltar la liebre”.

Pensar la política en estos términos, ofrece un marco que se orienta a tratar de contender con la complejidad de la realidad y bajar el nivel de incertidumbre. Considera que muchas cuestiones políticas, como la innovación, han de aceptar un nivel de incertidumbre –inherente a la innovación -, y que se moverán en el reino de la probabilidad y la adaptabilidad. Por eso, se tiende a buscar más el mejoramiento de los caminos, que el de la obtención de soluciones concretas y definitivas. Cada intento cuenta significativamente.

3.7.3. El cambio de paisaje de aptitud de las RIMr

En nuestro modelo, la estrategia de política de vinculación que integra la dimensión social recaerá – en una primera fase de intervención -, sobre el proceso conformación de *capacidades colaborativas* (capital social) para desde ahí, potenciar *la capacidad de absorción tecnológica local*. El razonamiento lógico es que ésta incidirá a su vez, en el proceso *flujo de conocimiento* dentro del sector productivo de la localidad. El objetivo estratégico primario será entonces, *aprender a colaborar*, como precondition o germen de futuro para cohesionar el sistema.

La innovación es una actividad que no se hace a solas: depende en buena medida de la habilidad y motivación de los participantes para generar y/o adquirir conocimiento técnico de fuentes externas –es decir, para *establecer relaciones colaborativas*-, e incluirlo efectivamente en sus actividades productivas (Arundel y Geuna, 2004; Kline y Rosenberg, 1986; Freeman, 1987). Tiene por lo tanto, una dinámica contextual, que interconecta diversos procesos e interacciones entre los actores, que le dan una estructuración; y

que requiere de ciertas funciones clave (Bergek et al, 2008; Liu and White, 2001).

La formulación de política ha de tomar en cuenta la combinación de cambios estructurales y funcionales que habría que facilitar o inducir para *incrementar la capacidad colaborativa de la sociedad*. A medida que se *incrementa la cohesión* del sistema, el *paisaje de aptitud*^{xix} se iría reconfigurando hacia una “*arquitectura de paisaje*” cada vez más adecuada para resolver problemas tecno-industriales cada vez más complejos, conforme se vayan elevando sus niveles de estado de vinculación. Progresivamente, las localidades que aprenden estarían en posibilidades de ponerse en sintonía con las innovaciones difundidas a todas las industrias de su interés (*catching up*), tal como lo plantean Lundvall (1988) Wolfe, 2002; Braczyk, Cooke, Heinerreich, 2003; Narula, 2004) para otras latitudes. Es decir, se irá acercando al Borde del Caos, a medida que el sistema se vaya fortaleciendo y adquiriendo mayor resiliencia.

3.7.4. La infraestructura bidimensional

La funcionalidad de un sistema social –como lo es el de innovación -depende de su estructuración particular, y viceversa. Podemos decir que de las características de la interconectividad de sus redes *emergerán sus propiedades*, como la capacidad innovadora local. Para los fines de la intervención pública *no trivial*, conviene considerar una infraestructura bidimensional del sistema de innovación – la llamada *inteligencia colectiva*: la visible, tangible (actores, organismos) y la *sombra*, intangible – en donde se ubica el capital social, para conformar la *inteligencia colectiva local*.

La *primera dimensión* de la inteligencia colectiva – tangible -, está *conformada por la infraestructura y funciones formales de las instituciones y*

^{xix} El concepto *paisaje de aptitud* se explica en el Anexo I.

organizaciones, las interconexiones formales entre los actores de diferentes esferas de actividad, como son las educativas, de I+D, empresas, agencias gubernamentales, organismos de apoyo, mercado, etc. Con toda su importancia, ocuparse sólo de esta dimensión no es suficiente ni para explicar el grado de vinculación – digamos, la cohesividad del sistema, que aquí nos interesa, ni para el diseño de estímulos orientados a incrementar la capacidad innovadora, si no se toma en cuenta la segunda dimensión, intangible.

Esta segunda dimensión de la inteligencia colectiva, es la sociocultural, profunda, intangible, informal – real y contextual -, que en nuestro modelo la ubicamos bajo la figura de capital social o redes productivas, que marcarán la cohesividad de los sistemas locales de innovación. Para que el sistema funcione es importante que ambas dimensiones estén en sintonía e interconectadas, para dar cohesión al sistema y así, cubrir la función de vinculación.

Una visión de política integral de vinculación ha de considerar pues, ambas dimensiones en su ecuación. Es el cuadro global. Aun cuando - como ha sido planteado desde el principio -, el modelo se enfoca sobre la acción política para esa dimensión sociocultural, intangible, correspondiente a la conformación de capital social, por ser ella pre-condicionante poco abordado para potenciar la vinculación local en condiciones de bajo desempeño innovador.

3.8. LA PLANEACIÓN ESTRATÉGICA SISTÉMICA

3.8.1. Premisas

1. Política facilitadora. En nuestro modelo, la intervención pública enmarcada en el enfoque de sistemas complejos, asume un carácter catalizador más que controlador. Su papel será el de inducir y facilitar procesos de auto-organización, como el de conformación de capital social,

para potenciar las actividades colaborativas requeridas por el sistema. Sus instrumentos de apoyo han de ser consistentes con este enfoque.

2. Política con visión integral, de largo plazo. Nuestro modelo de apoyo a la intervención pública considera el problema de la desvinculación academia – industria – gobierno a nivel local, para ilustrar otra forma de abordar los problemas de política pública, bajo el enfoque de sistemas complejos. Hemos considerado que la conformación de capital social calificado ha sido el estímulo olvidado (ver Figura 3.1.), que precisa ser impulsada por ser elemento clave de cohesión de los sistemas de innovación, requerida para hacer un uso eficiente de conocimiento.

En el supuesto de que existiese voluntad política para la revitalización industrial en zonas rezagadas, dentro de un plan de desarrollo basado en conocimiento, diríamos para comenzar que una premisa es considerar una visión integral de política, de largo plazo, de tipo sistémico, con sus instrumentos y mecanismos adaptables a las distintas condiciones y necesidades de las esferas productivas y contextos locales. En otras palabras, una sola política, con diferentes frentes de ataque, adecuados al contexto local y a las distintas esferas de actividad, para comenzar .

3. Centrarse en los pre-condicionantes, como primer paso. Si los problemas sociales complejos no se resuelven con soluciones simples, consideramos que problemas como la revitalización tecno-industrial asociados al bajo desempeño innovador y la desvinculación academia – industria – gobierno en condiciones de rezago, no podrán ser enfrentados con políticas superficiales, simplistas, de corte lineal. Dicho en términos de complejidad, diríamos que el primer paso en este camino es *ocuparse de los pre-condicionantes* –como la inducción de la auto-organización de capital social, que consideramos aquí-, para ir construyendo progresivamente un *paisaje de aptitud* propicio, que incremente las probabilidades de *que el*

sistema se aleje del equilibrio (diríamos, de la languidez derivada de la desestructuración y disfuncionalidad sistémicas). El capital social, entendido como *redes de aprendizaje*, es lo que dará *cohesividad* al sistema, con lo cual se potenciará el uso eficiente de conocimiento, y todas las bondades que le acompañan. *Llevar las redes locales al borde del caos*, será entonces el objetivo estratégico inmediato, dentro un horizonte que tiene como *atractores* deseables el *milieu* innovador y la ventaja colaborativa. Cabe señalar de paso, a reserva de explicarla más adelante con mayor detalle, que la *ventaja colaborativa* puede verse como proceso o como resultado; se refiere a maximizar los beneficios socio-económicos, a través de la colaboración como práctica social, sea a nivel individual, organizacional o de la comunidad: para incrementar ingresos en la empresa; alcanzar la excelencia en la investigación universitaria; el desarrollo económico-social de la localidad o de la región, etc. (Johnsen y Ennals, 2012).

3.8.2. La visión deseable

En nuestra visión de futuro deseable sobre una región industrial metropolitana revitalizada aparece un sistema de innovación con una estructuración y funcionalidad tal, que la creciente capacidad innovadora local tiende a mejorar el *milieu* innovador, y viceversa. Para ello ha de contar con un capital social (intangible) y una infraestructura material (tangible) en sintonía, para darle cohesión al sistema: está bien vinculado y es dinámico. Aparece así como un sistema de interacción social, adaptable, interconectado entre sus diversos elementos (valores, metas, funciones), integrado, auto-regulable, determinado por la necesidad de hacer un uso eficiente del conocimiento relevante para solucionar problemas tecno-industriales básicos. En pocas palabras, el sistema se va alejando del equilibrio, rumbo al borde del caos. Pero no ocurre de un día para otro. En su estructuración y funcionamiento, la visión de la intervención pública coadyuvará a que el sistema se vaya consolidando, pasando por transiciones de fase progresivamente.

Otro aspecto a considerar en la visión es que los sistemas sociales *son jerárquicos*, abiertos (von Bertalanffy, 1968). Los sistemas inferiores proporcionan las condiciones que requieren los sistemas superiores, en tanto que los superiores dan rumbo a los que están en un nivel inferior en la jerarquía. En términos de política, esto significa que las políticas nacionales y sistemas educativo, de investigación, industrial, financiero, gubernamental, de apoyo, etc., afectan unos a otros –pasiva o activamente -, y así –directa o indirectamente -, influirán en las políticas locales y el desempeño del sistema local de innovación. A su vez, el desempeño de los sistemas locales imprimirá el carácter y el nivel de desarrollo del sistema regional o nacional de innovación. Por ello, la vinculación ha de comenzar por acordar una visión de política integral, congruente y consistente.

Los sistemas de innovación pueden ser considerados y *visualizados como redes*. En nuestro modelo, las consideramos *redes de aprendizaje para innovar*, en co-evolución. Inicialmente, el aprendizaje consiste en aprender a colaborar. En este punto, volvemos a retomar a Lundvall para recordar que “*es la capacidad de aprender (y desaprender) lo que determinará el éxito de los individuos, firmas, regiones y economías nacionales (Lundvall, 1996)*. Y que la capacidad innovadora es un atributo nacional, pero sobre todo, local /regional que se va construyendo en el tiempo. Aquí cabe recordar también que el flujo de conocimiento es altamente contextual.

Embarcarse en una dinámica de conformación de redes, aprendizaje y colaboraciones requiere tiempo, esfuerzo y motivación. Para ello, es importante inculcar un sentido de propósito o visión de futuro compartido en la sociedad. Por ser la vinculación un problema de (inter)acción social, requiere una política que facilite el engranaje de la maquinaria: sincronizar en el tiempo y en el espacio *la interrelación entre procesos y factores “convertidores” del ambiente, que la afectan*, y sostener la relación entre los

siguientes *pre-requisitos funcionales*: *compatibilidad con otros sistemas*; *contar con el apoyo de otros sistemas (supra- o sub-.)*; y *motivar entre sus miembros una participación suficiente*.

3.9. ESQUEMA ESTRATÉGICO GENERAL

El modelo busca integrar la estructura con la función, asumiendo que los procesos involucrados tienen una dinámica no lineal. Dado que aquí nos interesa enfatizar la dimensión socio-cultural asociada con el problema de la desvinculación, nos hemos centrado en la fase inicial de la intervención. El reforzamiento de la conformación de capital social (infraestructura intangible) enfatiza que la intervención no puede ser una acción suelta o trivial: ha de tener una visión integral y adaptable. De acuerdo con esto, se plantea una estrategia orientada a facilitar la *auto-organización del capital social* (dimensión intangible de la inteligencia colectiva), teniendo en cuenta su sintonía con el desarrollo de su dimensión tangible. Es dentro de esta visión estratégica que se busca dar cohesión al sistema y así incrementar el uso eficiente de conocimiento.

3.9.1. Objetivos Sistémicos

Para una primera fase de la estrategia política, destacamos cuatro *objetivos sistémicos*:

1. Mejorar cohesividad y sintonía
2. Catalizar conformación de Capital Social
3. Interconectar capital social con capacidad de absorción tecnológica
4. Potenciar capacidad de traducción / adaptación tecnológica

Mejorar cohesividad y sintonía

Una de las funciones básicas del sistema de innovación es la vinculación academia – industria -gobierno, que expresará el grado de cohesión al sistema. Cubrir esta función es crucial para que ocurra el intercambio de conocimiento en el proceso innovador. Para que haya cohesión en el sistema

de innovación, la estructuración de la *inteligencia colectiva* es fundamental. Aquí adoptamos la definición de Liang sobre *inteligencia colectiva*: “*las relaciones, redes, normas y confianza, asociadas con la reciprocidad, que facilitan la acción colectiva mediante la coordinación y cooperación para beneficio mutuo*” (Liang, 2004). La pregunta en este punto es ¿cómo mejorar la cohesión de esa inteligencia colectiva, que compone un sistema de innovación desestructurado?

Cohesividad sistémica y capital social

Existe una amplia gama de definiciones sobre el capital social (como Helliwell, 2001); Putnam (2001, etc.) Para nuestro propósito, aquí hemos adoptado la de Franke, por sintetizar su esencia de la siguiente manera: “*el capital social se refiere a las redes de relaciones sociales que pueden dar a los individuos y grupos, acceso a recursos y apoyos*” (PRI, 2005). Las *redes de relaciones sociales* a su vez, las vemos, como “*un sistema de patrones de relaciones sostenibles entre actores, las cuales cruzan y a veces difuminan las fronteras organizacionales*” (Lejano e Ingram, 2008). En este marco, hablamos de capital social y redes sociales relacionadas con el proceso de vinculación y el intercambio de conocimiento productivo.

Interesa decir aquí – consistente con nuestro enfoque funcional – estructuralista, que la conexión diádica entre estructuración y *funcionalidad*, se fundamenta en la idea de que *lo que realmente caracteriza a las redes es el sistema de relaciones perdurables, para cubrir al menos una función*. Digamos, *redes para qué*. Y que para que ello pueda realizarse, la red ha de tener una cierta cohesión, que será definida por su *estructuración*. El “*para qué*” del capital social, siguiendo con Lejano e Ingram (2008.), se puede ver como un tipo de red social que otorga la habilidad para el acopio de conocimiento y preocupaciones; y como mecanismo por el cual la adaptabilidad y la resiliencia son construidas mediante la variación de respuestas y deliberaciones de los grupos de interés (stakeholders).

Aunque es difícil de medir el capital social, se sabe que existe cuando un individuo, comunidad o grupo (o red) lo utiliza para contender con la incertidumbre. El desarrollo de redes sociales y la auto-organización alrededor de asuntos comunes –el capital social - puede verse como *colaboraciones* (Lejano e Ingram, 2008). Estas colaboraciones a menudo están limitadas al lugar, implicando que es importante una comunidad entre los miembros (de tiempo, lugar, condición, sufrimiento, gozo, etc.). Ello significa que estos grupos no sólo se están comunicando, sino que juntos están experimentando tensiones que pueden derivarse de sus instituciones y organizaciones. Esto es en sí, un ímpetu o una barrera importante para la auto-organización misma. Y para potenciar la llamada *ventaja colaborativa*.

Aprovechar el potencial de auto-organización de la gente para abordar un asunto es quizás el principio más comúnmente citado para la intervención en sistemas adaptables complejos (Lejano e Ingram, 2008). Estos autores indican que las redes sociales pueden ser activadas cuando se necesite, pueden ser perturbadas para nueva información o nuevas maneras de hacer las cosas, o simplemente tenerlas como un extenso almacén de conocimiento. Dada la precariedad de esas redes en localidades de bajo desempeño innovador, la realización de ese potencial de auto-organización es el desafío primario de la intervención pública. Por eso es importante ocuparse de los factores que afectan esta dinámica no lineal en la construcción de las relaciones locales.

Catalizar conformación de capital social

La capacidad de auto-organización puede ser construida y mejorada para responder a eventos. Sin embargo, no es deseable que sea dirigida directamente por mandato político, porque podría tener resultados negativos. Los formuladores de política han de ser muy cuidadosos en la elección de inversión explícita para la conformación de capital social. En la literatura se menciona que es mejor “terciar” a través de *intermediarios sociales locales*

para promover un tipo de capital social deseable. La intervención directa, lineal, de arriba-abajo, para alcanzar un conjunto de objetivos puede traer consecuencias indeseables o socavar otros patrones de capital social (como rompimiento de vínculos fuertes dentro de las comunidades) que son necesarios para alcanzar otros objetivos políticos (Perri, 1997). Según este autor, es mejor que las políticas se enfoquen en la remoción de barreras que pudieran impedir que la gente se auto-organice. Estas barreras pueden ser físicas, financieras, sociales, informacionales u otros recursos. Nuestro modelo de apoyo a la intervención pública se centra en las *barreras de carácter socio-cultural*, a reserva de ser complementado con estudios sobre otros tipos de barreras para alcanzar una visión política integral.

Actualmente hay gobiernos que están desarrollando programas de política que cuentan con un abanico de caminos directos e indirectos para fomentar la conformación de capital social, como por ejemplo Canadá, que cuenta con instrumentos para construir explícitamente redes (PRI, 2005). Van Kemenade (2004) terea la conformación de capital social, y lo describen como el *involucramiento primariamente en redes, compromiso público y confianza*, lo cual tiene una influencia directa sobre la manera como trabaja junta la gente.

Alterar patrones de interacción

Los patrones de interacción hay que verlos a nivel local para entenderlos y, eventualmente intervenir para modificarlos. Lejano e Ingram (2008) explican tres conceptos útiles para el entendimiento de cómo funciona la interacción: *proximidad, activación y espacio*, que nos resultan útiles para nuestro modelo. Según estos autores, dichos conceptos pueden ser usados para aprovechar la complejidad, mediante la alteración de los patrones de interacción.

- *Factores de Proximidad* – Son los que determinan la probabilidad de que los agentes dentro de un sistema (o gente dentro de un establecimiento social) interactúen unos con otros.
- *Factores de Activación* –Son los que determinan la secuenciación de su actividad.
- *Espacio* – abarca el concepto de proximidad e incluye el espacio físico y el conceptual (como la jerarquía en una organización) para promover la interacción.
- Estos factores permiten analizar las bases de la interacción social y la auto-organización resultante desde un punto de vista causal, y aportan conocimiento sobre las intervenciones políticas potenciales para mejorar tales redes sociales.

En nuestro modelo, de acuerdo con lo anterior, la importancia de *la proximidad* para la concreción misma de la actividad innovadora - expresada a través de las *redes de actividades colaborativas* a lo largo de la cadena de valor del conocimiento en el sector productivo local -, es incuestionable. *La cohesividad de las redes, el papel de los enlaces fuertes y débiles, los agujeros estructurales* son propiedades derivadas de los patrones de comportamiento social propios de la localidad, que se reflejarán en el grado de vinculación de sus sistemas de innovación, y por lo tanto, de su capacidad innovadora.

Sobre los *factores de activación*, en tanto *convertidores* (sea como inductores o como bloqueadores, ver siguiente sección de este capítulo), han de tener una consideración central en la estrategia. En el proceso de formulación de políticas, es importante tener en cuenta que por tratarse de sistemas y problemas complejos, los *factores activadores* afectan y son afectados en una dinámica de retroalimentación

Interconectar capital Social - capacidad de absorción tecnológica

La vinculación a nivel local - en tanto capacidad y habilidad de colaboración social local -, lo asociamos aquí con el concepto de *capital social*, entendido aquí como “*redes sociales* que potencian el acceso a recursos y apoyo social” (Franke, 2005) La *capacidad de absorción tecnológica* a su vez, *referida como* la capacidad y habilidad de detectar y adaptar oportunamente el conocimiento potencialmente disponible, será potenciada por el intercambio de conocimiento inherente a la conformación de redes. Es como una propiedad emergente, que en nuestro modelo conceptual la ubicamos como el factor clave – un convertidor -, que interconecta precisamente, el *proceso de conformación de capacidades colaborativas* con el *proceso flujo de conocimiento, en un proceso de retroalimentación*. La vinculación es un proceso complejo.

Si lo entendemos así, quedará claro que bajo niveles de estado precarios, con sistemas desestructurados y disfuncionales, el conocimiento no fluirá adecuadamente en el sector productivo, porque su capital social es insuficiente o es inadecuado, o está desacoplado con su infraestructura material. De aquí la importancia de que la intervención se oriente también a atender su infraestructura intangible en tanto pre-condicionante para que fluya el conocimiento. Contender con ello implica una visión de política adaptable no lineal, que integre el proceso de construcción de capacidades colaborativas dentro de su estrategia de potenciamiento de la inteligencia colectiva local, para comenzar.

Hablar de capital social es hablar de redes colaborativas. *Se espera que al potenciar* la cohesividad de la red se incremente el uso eficiente de conocimiento, que es el objetivo de la vinculación dentro del sistema de innovación. Las capacidades colaborativas son expresadas aquí bajo la figura de capital social calificado (Capital Humano + Capital Relacional). Las capacidades contenidas en el capital social favorecerán el incremento de la

capacidad de absorción tecnológica (como propiedad emergente de la red). Recordemos que este concepto, en términos de Cohen y Levinthal(1990) se refiere a:

“La habilidad para explotar el conocimiento externo es un componente crítico de las capacidades innovadoras. La habilidad para evaluar y utilizar el conocimiento externo es en buena medida, una función del nivel de conocimiento previo relacionado. En su nivel más elemental, este conocimiento previo incluye destrezas básicas o incluso un lenguaje compartido, pero puede incluir también conocimiento de los desarrollos científicos y tecnológicos más recientes en un campo dado. Así, el conocimiento previo relacionado confiere la habilidad para reconocer el valor de la nueva información, asimilarla, y aplicarla para fines comerciales.”

Desde la perspectiva de la capacidad innovadora local o *milieu innovador*, el capital social se vuelve un factor determinante, al potenciar la capacidad (de absorción tecnológica) para resolver sus propios problemas tecno-industriales, que es la forma elemental de capacidad innovadora local. Visto así, el capital social puede verse como un recurso regional que confiere *ventaja colaborativa* a la RIM. Recordemos que la *ventaja colaborativa* es un concepto puente entre lo social y lo económico, que al conjuntar *ventaja competitiva* con *capacidad colaborativa*, se puede ubicar en un orden evolutivo superior, con la idea del *desarrollo basado en conocimiento*.

Potenciar capacidad de traducción / adaptación tecnológica

Los procesos de innovación no sólo tienen una dinámica temporal. En el plano de la realidad, ocurren en espacios concretos. Una innovación surge de la combinación del descubrimiento tecnológico o la invención, con la capacidad organizacional, económica y cultural de una comunidad determinada para desarrollarla. Esta combinación no aparece dondequiera ni al mismo tiempo: es un fenómeno específico. Su especificidad es determinada por los cambios en los métodos de producción y por lo tanto, de consumo; donde cambian los estándares y donde es difundida. La capacidad innovadora – incluida la *capacidad la adaptación tecnológica* – son

fenómenos contextuales. La formulación de políticas, por consiguiente, ha de ser contextualizada, pensando en esa *capacidad adaptable*.

Esto nos lleva a verla desde dos ángulos. Por un lado, el conflicto inducido por la propia innovación para con las prácticas de producción y consumo en curso, en una localidad dada; y por otro, *el potencial de dicha comunidad para adaptarse a ella*. Pero *adaptar* la innovación no significa simplemente imitarla. Se refiere también – especialmente –, a las acciones voluntarias tomadas conjuntamente por emprendedores y organizaciones de apoyo, para apropiarse del proceso de innovación, desarrollarlo, extenderlo y así, generar una capacidad dinámica recurrente, de retroalimentación. En suma, crear un ambiente operativo inmediato de negocios (*milieu innovador*) – que podríamos llamar paisaje de aptitud, cohesionado, adaptable – que aprende - para potenciar su capacidad de absorción tecnológica local.

La difusión de nuevas prácticas de producción por la innovación ocurre a través de cambios en los estándares de producción. Conlleva un proceso de aprendizaje y adaptación. Cambios que son pasados de organización a organización y así, de lugar en lugar, mediante sus relaciones inter-productivas. Esta difusión se va generalizando a través de las industrias que incluyen combinaciones de empresas y los otros actores (Lebas, 1995), como las agencias gubernamentales y los centros de I+D. La habilidad de las comunidades para adaptarse al cambio tecnológico, inducido por los diferentes tipos de innovación y la necesidad de apropiárselos, generará una dinámica de aprendizaje y una capacidad recurrente – o sea, de retroalimentación –, para desarrollar innovaciones y producir crecimiento.

A partir de lo que ya se tiene, y con visión realista sobre las limitaciones iniciales, una política proactiva, orientada a generar un ambiente adaptable en RIMr implica impulsar desde todos los frentes, cultura productiva cohesionada; comunidades de actividad calificadas, comunicadas,

colaborativas, comprometidas, alertas y capaces de tomar ventaja de las tecnologías potencialmente disponibles y adaptarlas – dentro de una dinámica de aprendizaje -, para enfrentar las necesidades y problemas cambiantes de su propia sociedad, y potenciar la ventaja colaborativa de su localidad. Y también implica, poner por delante *las condiciones* materiales y sociales que le permitan innovar a la comunidad desde lo más básico. La “creación de grupos productivos interconectados” -capital social -, significa infraestructura en sus dos dimensiones, para lo que se necesite. Capacidad de tomar ventaja de las tecnologías potencialmente disponibles” significa *capacidad de absorción tecnológica y flujo de conocimiento*.

En términos de sistemas complejos, lo dicho arriba se puede expresar como sigue: Adaptar la nueva tecnología que viene de fuera requiere entrar en una dinámica de aprendizaje que *alejara del equilibrio al sistema, hacia el borde del caos*, hasta donde *el paisaje de aptitud* imperante lo permita. El paisaje de aptitud tiene su dinámica, no es estático. Está conformado por las *variables o “factores-convertidores”* interconectados en *bucles de retroalimentación* en el ambiente, de tal suerte que el desempeño - la capacidad local para adaptar la nueva tecnología (nuevo conocimiento)- dependerá en buena medida, del peso relativo de las retroalimentaciones entre tales factores, en esa sociedad, en ese momento. Por la dinámica misma del proceso de aprendizaje, el nivel de estado del sistema avanza hasta alcanzar puntos de bifurcación –lejos del equilibrio -, pasando a niveles de estado superiores – fases de transición – de capacidad innovadora local. De esa forma, es probable que un sistema desestructurado, disfuncional, se *disipe*, para dar lugar a uno más estructurado y funcional. En la medida en que un sistema se vuelva más dinámico y adquiera redundancia, adquirirá mayor resiliencia y por lo tanto, será cada vez más adaptable.

Desde su contraparte política, *la probabilidad* de que esto suceda es tener en mente la no linealidad durante la conformación de círculos virtuosos, como

vimos al principio de este capítulo. Probabilidad significa que estamos tratando con procesos estocásticos y que la ambición desde este enfoque, es simplemente bajar el nivel de incertidumbre con base en la realidad de la que se parte.

3.10. LA TÁCTICA: CÓMO HACERLO

3.10.1. Por dónde incidir: factores clave

Aquí apuntamos que la calidad de las relaciones entre los actores interactuantes es fundamental para la vinculación y la conformación de capital social. Los flujos de conocimiento dependen en gran medida de altos niveles de *confianza, credibilidad y perdurabilidad, códigos de conducta mutuamente respetados* (Lundvall, 1988; Jarillo 1998), así como la *construcción de significado* en la colectividad, para superar las inevitables incertidumbres que acompañan al proceso de innovación. Freeman (1974) argumenta, por otro lado, que las relaciones de confianza son importantes tanto a nivel formal como informal. Precisamente, eso es lo que no existe en contextos de las RIMr. Esos son los puntos de inflexión donde hay que intervenir, pero mejor hacerlo indirectamente, a través de la intermediación, aconsejan los expertos en la literatura.

3.10.2. Instrumentos sistémicos de política

Actualmente hay un buen número de estudios sobre innovación en países avanzados, que han documentado los factores conductores de formación de vínculos universidad – industria, en los que se resaltan las diversas maneras convencionales a través de las cuales son formados, como programas conjuntos de investigación, empleo de graduados en la industria, reuniones informales, consultorías, licenciamiento de patentes universitarias, compra de prototipos por la industria, etc. (Giuliani y Arza, 2008). Pero también se está tratando ya de *identificar las características que afectan la probabilidad de*

formar vínculos universidad – industria (Arundel, y Geuna, 2004; Cohen *et al.* 2002). Si bien esta última línea es de interés para este trabajo, ha de ser adaptada a situaciones de *pre-catching up*. Nosotros, concretamente, centramos la intervención a la cuestión de las *precondiciones* que favorezcan la creación de vínculos en contexto de subdesarrollo: *aprender a vincularse* es un primer paso. La idea es orientar la intervención pública a facilitar la auto-organización de capital social calificado. Lo que implica incidir sobre aquellos factores “activadores” o “convertidores” que pudieran favorecerlo, como son el clima de confianza, la comunicación, la construcción de significado y/o visión de futuro compartido, etc.

La *auto-organización* del capital social calificado se refiere aquí al proceso de interacción social perdurable, interdependiente, alrededor de temas concernientes al sector productivo, que permite a un individuo, colectividad o grupo identificar e implementar soluciones mediante el intercambio de conocimiento, que no podrían ser enfrentados de manera individual. Bajo esta consideración, la implementación de una política adaptable no lineal implica el diseño de *instrumentos sistémicos consistentes*, para facilitar la auto-organización del capital social. Es decir, la integración de redes colaborativas sostenibles en el tiempo, capaces de aprender a enfrentar problemas tecno-industriales básicos de su localidad, conformadas por personas de las distintas esferas de actividad relevantes. En el horizonte, podría continuar la intervención pública hacia la capacidad de resolver problemas cada vez más complejos, la conformación de cadenas de proveedores, etc.

El nivel intermediario entre el sistema científico y la sociedad en general actualmente se considera de gran importancia (Van der Muelen y Rip, 1998). Este “nivel intermediario”, como asociaciones de universidades, consejos asesores sectoriales sobre investigación, programas prioritarios, ejercicios de prospectiva e institutos tecnológicos), puede jugar un papel importante en la

vinculación. Van der Meulen y Rip (1998) hablan de “*agregación heterogénea*”:

“Tal agregación de opiniones y experiencias individuales en un repertorio y una agenda a nivel colectivo es heterogénea: diferentes clases de fuentes y consideraciones son combinadas y el proceso es estructurado a través de interacciones en cursos, reuniones que ocurren por otras razones, así como la construcción intencional de una agenda. Tales procesos se han vuelto importantes para sostener cuerpos de nivel intermediario.”

Los instrumentos sistémicos de política para la innovación es una línea de investigación emergente, de gran importancia para estudios futuros. Smits y Kuhlmann (2002) los han categorizado en cinco funciones 1] manejo de interfaces; 2] construcción y organización de sistemas de innovación; 4] proveer una infraestructura para inteligencia estratégica; 5] estimular la articulación de la demanda, estrategia y desarrollo de visión; 3] proporcionar una plataforma para el aprendizaje y la experimentación. Si bien estos autores los refieren para economías basadas en conocimiento, su aplicación a contextos de disfuncionalidad y desestructuración sistémica, como sería el caso de nuestras RIMr, podría adaptarse englobando a todas ellas dentro de la primera (manejo de interfaces), como punto de partida para reforzar la vinculación. Bajo esta consideración, se ilustra nuestro modelo con el manejo de interfaces y la conformación de redes, vistos como instrumentos sistémicos interconectados.

3.10.3. El manejo de interfaces o intermediación como instrumento sistémico para la vinculación

La auto-organización del capital social es un proceso socio-cultural complejo, evolutivo, que no ocurre por mandato ni control jerárquico. Para que ocurra, es necesario “apagar” ciertos factores negativos y “activar” diversos factores clave positivos”, tomando en cuenta sus propios procesos de retroalimentación. Es ahí donde la intervención pública adaptable no lineal

puede incidir, como facilitadora, para modificar los patrones de comportamiento e inducir la búsqueda conformación de capacidades colaborativas.

Si consideramos que entre los factores negativos pueden encontrarse la desconfianza y poca credibilidad; bajo sentido de compromiso; la desmotivación; el individualismo; la incapacidad de comunicación entre los agentes de las distintas esferas de actividad productiva (y algunas veces, dentro de las mismas esferas); o la ausencia de una visión compartida de futuro en una localidad dada, etc., la auto-organización no va a ocurrir espontáneamente, habrá que inducirla mediante instrumentos adecuados. Los *organismos de interface de nuevo cuño, de carácter integral*, los consideramos adecuados para llevar a cabo la implementación de políticas de vinculación, orientados a *reforzar la calidad de los sistemas a fondo*.

Bajo este enfoque, y de cara a los problemas que plantea la complejidad, en contextos de subdesarrollo, de lo que se trata fundamentalmente es de quitar obstáculos, tender puentes y abrir caminos. Como por ejemplo, facilitar la auto-organización del capital social para mejorar la cohesividad de los sistemas locales de innovación, y de esa manera potenciar su estructuración y funcionalidad. Y en ese camino – porque por eso es no lineal -, mejorar el flujo de conocimiento e incrementar la capacidad de absorción tecnológica local.

La manera de hacerlo que aquí se propone es mediante una re-conceptualización de *los organismos de interface* entre la esfera tecno-industrial, académica y gubernamental, para que jueguen un activo papel como catalizadores de la vinculación de los sistemas de innovación. Su tarea ha de enmarcarse dentro de una estrategia política sistémica de largo plazo, implementada en fases progresivas de desarrollo. Asimismo, es deseable una visión amplia /integradora del ámbito político (por ejemplo, de carácter

intersecretarial); sintonización (con las otras políticas y estrategias gubernamentales) y la implementación de mecanismos inductores /facilitadores, teniendo siempre en mente que el blanco es atacar las imperfecciones y fallas sistémicas. Entre las relacionadas con el flujo de conocimiento, podemos considerar las siguientes (Jacobsson y Johnson (2000)

- Oferta -Demanda pobremente articulada
- Redes demasiado débiles (frenando la transferencia de conocimiento)
- Redes demasiado fuertes (que provocan “candados”, dominación de actores involucrados, destrucción no necesariamente creativa ni nuevas combinaciones)
- Ausencia de actores altamente organizados, de sitios de reunión y de impulsores.

Jacobsson y Johnson (2000) proponen un abanico de instrumentos, como el llamado *instrumento sistémico de interface*, que consideramos pertinente para contender con situaciones de desvinculación.

Las Interfaces son instrumentos de intermediación, tal como los hemos considerado aquí, pueden llevar a cabo una diversidad de acciones orientadas a reforzar la calidad de los sistemas de innovación. Para el problema de la vinculación, pueden implementar mecanismos de mediación para facilitar la alineación entre potenciales participantes, para crear o reforzar relaciones usuario-productor; inducir la conformación de redes informales o coordinar *nuevas redes* formales (nuevas combinaciones) y desincentivar las viejas, si obstaculizan (destrucción creativa); *Estimular procesos de aprendizaje; aumentar la sensibilización*, estimular articulación de la oferta y la demanda., etc.

En muchos casos han de desempeñar un *papel de “mediador” entre participantes*, facilitando la alineación entre los participantes, equipado con

una “sombra de jerarquía” (Scharpf, 1993), más que operando como un poder de gobierno de arriba abajo. Eventualmente la formulación de política “exitosa” significa comprometerse a través de una “re-enmarcación” de las perspectivas de los participantes (*stakeholders*) de las distintas esferas institucionales involucradas, y la producción conjunta de consenso. De aquí que los razonamientos normativos de política (falla de mercado, bienes públicos, etc.) normalmente no rigen el comportamiento *de facto* de los actores tomadores de decisiones en arenas políticas de innovación; más bien, tales orientaciones normativas son empleadas como uno entre varios medios de legitimar, en tanto que las decisiones en realidad son conducidas por los intentos de compromiso entre intereses un tanto heterogéneos.

Uno de los mecanismos más interesantes de la intermediación, para la inducción del capital social, es el uso *de herramientas de la Prospectiva Sistémica*. La organización de talleres interdisciplinarios regulares de prospectiva entre participantes líderes de opinión, de las distintas esferas de actividades, alrededor de un tema (por ejemplo, técnico) de interés local, que deje claro el nuevo enfoque estratégico de política adaptable no lineal. Además del interés que pudiera tener en sí mismo, es un medio excelente para establecer comunicación y lenguaje común, clima de confianza, visión de futuro compartida, etc., podrá derivar en una “re-enmarcación” de las perspectivas (un proceso de aprendizaje), conclusiones consensuadas y sentido de compromiso de los participantes. Y así se va aprendiendo, se van conformando las redes, se va comprando la idea y se va bajando la incertidumbre. Otro rasgo importante de este mecanismo es que tales talleres funcionan como “semillero”. Es de esperarse que los participantes difundan las ideas ahí generadas, que pueda haber un efecto multiplicador, para caminar hacia un cambio en los patrones de comportamiento. En este sentido, podría verse como pequeños cambios en las condiciones iniciales, con efecto amplificador en el tiempo (efecto mariposa).

El valor de las interfaces es que no se orientan solamente a la transferencia de conocimiento, sino también a la construcción de puentes y estimulación del debate. Y no está limitado a contactos bilaterales, sino sobre todo, enfocado a cadenas, redes y a nivel de sistemas.

Vistos desde la perspectiva del Análisis de Redes Sociales, los instrumentos de interface cubren el importante papel de los enlaces débiles para la estructuración de redes, que en contextos desvinculación y bajo desempeño innovador, aparecen como huecos estructurales que expresan, precisamente, la debilidad sistémica.

3.10.4. Creación de redes (*networking*)

Si las instancias de interface pueden facilitar la conformación de redes, una vez madurado el proceso, es importante considerar su perdurabilidad de manera “autónoma”. En ello juega un papel crucial el cambio de actitud y los valores sembrados, para que realmente se auto-organice el capital social.

Los nuevos tipos de colaboración implican relaciones verticales y horizontales entre actores, intra- o interinstitucionales. A través de estas múltiples relaciones, se pueden inducir redes de conexiones, que en la literatura son conocidas como *redes de innovación* (Pyka, 2007). En nuestro contexto, podríamos llamarlas *redes colaborativas* o redes de aprendizaje.

Las redes colaborativas son de gran importancia como un medio de coordinación y conformación de patrones de procesos de investigación y desarrollo industrial (I+D). Aunque, la conformación de redes es importante para problemas complejos o complicados relacionados con nuevas tecnologías, que requieren primordialmente soluciones técnicas más sofisticadas, y el conocimiento requerido puede estar más ligado a la investigación académica. De aquí la creciente propensión a la interrelación entre actores heterogéneos y campos de conocimiento tan variados. Por otro

lado, consideramos aquí, las redes de colaboración también son importantes aun en contextos de complejidad menor, como puede suceder en RIMr de industrias tradicionales. Las redes de innovación en este contexto, pueden ser de gran utilidad para incorporar nuevas soluciones técnicas a industrias maduras; permiten acceder a la información y nuevo conocimiento (para ellos) cuando lo necesiten, de manera informal y económica; pueden acceder a equipamiento; intercambiar apoyo técnico, obtener asesoría sobre la gestión, apoyos financieros, etc.

Hoy día hay, pues, consenso en que una manera efectiva de potenciar las relaciones ciencia-industria es mediante la inducción de conformación de redes de colaborativas –capital social -, entendidas como un proceso de aprendizaje interactivo y continuo. Ellas proporcionan tanto la necesaria flexibilidad para responder rápidamente al cambio, como un marco para el aprendizaje conjunto y el intercambio tecnológico en el tiempo (Saxenian, 1991). Tales redes –formales e informales -, se basan en relaciones de confianza y representan una fuente de ventaja para el sistema de innovación. La perdurabilidad, por otra parte, involucra relaciones de compromiso institucionales, personales y morales que trascienden las expectativas de las simples transacciones de negocios. Por ello, un elemento fundamental a tomar en cuenta en el diseño de políticas y acciones institucionales es la creación de un clima de confianza, que favorezca la creación de redes colaborativas.

CAPITULO 4

MODELADO Y ANALISIS DE REDES DEL PROCESO DE INNOVACION PARA REGIONES INDUSTRIALES METROPOLITANAS REZAGADAS

4.1 MODELACIÓN CIBERNÉTICA CONCEPTUAL

Para abordar problemas sociales complejos y analizar su dinámica no lineal, conviene utilizar modelos que reduzcan su complejidad. El modelo que se desarrolla en este capítulo está pensado para analizar una primera etapa de cambio orientada a la superación de la desvinculación ciencia – industria a nivel local, atacando los problemas socio-culturales de fondo que pudieran “entrampar” el proceso.

4.1.1. Dinámica de Sistemas Complejos

Los sistemas sociales complejos son dinámicos, multidimensionales, conformados por procesos no lineales. Actualmente se considera que la mejor manera de contender con la complejidad es hacer una reducción de la misma mediante el desarrollo de modelos de simulación que permiten, por un lado, facilitar la visualización integral de la interconexión de sus elementos, y por otro, simular y experimentar con cambios y consecuencias “a nivel de laboratorio virtual”. Se trata de una técnica para analizar y modelar el comportamiento temporal de sistemas y entornos complejos, identificando los bucles de realimentación que existen entre los elementos y los retrasos de información y materiales.

Lo que hace diferente este método de otros usados para estudiar problemas complejos es el análisis de los efectos de los *bucles o ciclos de retroalimentación*, y el empleo de modelos matemáticos con ayuda de software específico (Como el Stella). Su aplicación se extiende a numerosas áreas de conocimiento, como la economía, la psicología social, la

administración, la fisiología, etc. Un indicador ilustrativo de su aplicabilidad son los 4,870,000 resultados (al 11 de marzo del 2014) que aparecen en Google con el descriptor “Systems Dynamics Society Conference”.

Estos *modelos* permiten *simular* el impacto de diferentes políticas relativas a la situación a estudiar, ejecutando simulaciones del estilo “¿*qué pasaría si....?*”, que permiten ver las consecuencias a corto y medio plazo. Son de gran ayuda para hacer simulaciones estudiando el comportamiento de los sistemas y el impacto de políticas alternativas, que en el mundo real no es posible hacer. Esto requiere detenerse en dos ideas: los *patrones de comportamiento en el tiempo*, y los *bucles de retroalimentación* (ver Anexo I).

4.1.2. El procedimiento de la modelación

En nuestro caso, el modelo tiene un carácter normativo, en el sentido de que presenta el estado deseable del sistema, el cual podrá compararse con el estado actual, y así orientar la intervención para el cambio.

En la Tabla 4.1 se muestran los íconos asociados con los elementos de los sistemas dinámicos complejos, de acuerdo con la plataforma Stella (versión 10.0.2) utilizada.



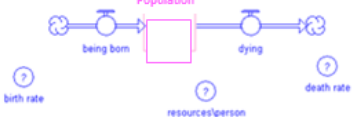


Icono	Nombre	Significado	Lenguaje sistémico
	<i>Stock</i>	Nivel actual de existencias	Variable de Estado
	<u>In-Flows</u> <u>Out-flows</u>	Flujos de entrada y de salida	Proceso desagregado (ej. flujo de población)
	<u>Converters</u>	Factores	Variables de entrada y de salida
	<u>Connectors</u>	Conectores	Interconexiones
	Modules	Módulos (nivel superior de análisis)	Proceso total agregado Subsistemas interconectados
Fuente: Elaboración propia según Tutoriales de Stella 10.0.2			

Tabla 4.1 Iconografía de Stella para Dinámica de Sistemas Complejos.

4.1.3. La problemática revisitada

Favorecer el uso eficiente del conocimiento productivo es central para el buen funcionamiento del sistema de innovación. Para que el conocimiento requerido se genere y fluya sin trabas a lo largo de la cadena productiva y llegue a expresarse eventualmente como innovación, es necesaria la presencia de una activa dinámica de interacción e interconexión entre los individuos que se desempeñan como actores del sistema. Estos actores pertenecen al sector productivo, al sector académico o al sector gobierno. La relación que se establece entre los tres sectores se conoce como la Triple Hélice: vinculación academia - industria – gobierno. Se trata de un proceso

eminentemente social, dinámico, complejo, no lineal, poco abordado desde la perspectiva de la sociología.

En esencia, el problema de política que nos ocupa es el de potenciar la creación y el uso eficiente de conocimiento en las Regiones Industriales Metropolitanas rezagadas (RIMr), comunes en México, para incrementar su capacidad innovadora local y deseablemente, virar hacia la revitalización industrial. Para abordarlo se parte de la idea de que la innovación es un fenómeno de carácter sistémico, complejo, dinámico, al que *convergen muy diversos tipos de conocimiento* gracias a la interacción de múltiples actores en distintos momentos. Para que ello ocurra ha de cumplirse efectivamente uno de los factores clave del sistema de innovación de acuerdo con el paradigma de la Triple Hélice: *la vinculación estrecha de academia – industria – gobierno*. El punto es entender las razones de fondo - y cómo hacer -, para que la creación de conocimiento *fluya de manera continua* a lo largo de la cadena productiva, que en las RIMs no suele ocurrir. En *retrospectiva*, uno de los problemas que limita *el flujo de creación de conocimiento* en estas regiones puede ser explicado por la situación histórica de *desvinculación entre los tres sectores academia – industria – gobierno*. En sentido *prospectivo* – dando por sentada esta situación -, el desafío de política de fomento sería inducir el cambio para promover, facilitar e instrumentar la vinculación y catalizar así, *el flujo continuo de creación de conocimiento*.

Para inducir el cambio, es necesario entender en profundidad la dinámica del *flujo de creación de conocimiento* requerido, asociada con el proceso de vinculación. Al mirarla desde la lente social más que de la económica, nos permitirá destacar ciertas peculiaridades o diferencias socio-culturales que convendría considerar en las políticas de inducción a la innovación, para potenciar sus posibilidades de éxito. Diversos factores pueden estar presentes en el ambiente operativo inmediato de la localidad en cuestión,

que favorecerán o bloquearán la conformación del capital social pertinente, así como la generación /sostenimiento de la capacidad de absorción tecnológica local (Tabla 4.2.).

Factores Inductores y Bloqueadores de creación de capital social y capacidad de absorción	
Inductores	Bloqueadores
<ol style="list-style-type: none"> 1. Enfoque no lineal: Políticas sistémicas adaptables, facilitadoras, e instrumentos sistémicos 2. Fomentar diversidad de pensamiento e interdisciplina 3. Diseño de programas de movilidad de RRHH 4. Fomentar cultura de trabajo en equipo y creación de redes heterogéneas de aprendizaje /conocimiento 5. Promover sentido de respeto, compromiso y responsabilidad. Creación de sentido. 6. Fomentar cultura colaborativa intra e inter-organizacional, inter-institucional 7. IED estratégica: dirigida al aprendizaje local 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Políticas de corto plazo, descoordinadas 2. Capital Humano con actitud individualista 3. Comunidades homogéneas, cerradas 4. Ausencia de sentido de futuro compartido 5. Clima de desconfianza e incertidumbre, 6. Discriminación 7. Enfoque lineal en Educación, I+D, apoyo financiero, etc.

Tabla 4.2. Factores inductores y bloqueadores de creación de capital social y capacidad de absorción

Antes de proceder a la tarea de modelación propiamente, conviene agregar algunas precisiones más, en aras de la claridad:

- El *flujo principal* es definido por el problema de fondo que se trate. En nuestro caso, corresponde al *flujo de creación de conocimiento* resultante de la vinculación.
- El módulo principal puede tener *módulos secundarios* asociados. En este caso, hay un módulo secundario: la *conformación de capital social*.
- La política pública de intervención se aborda aquí como un catalizador para facilitar la vinculación.

- Cada *proceso* está conformado por diversos “*stocks*” (variables de estado) interconectados por flujos de entrada y salida.
- Los *flujos* son afectados por diversos factores *facilitadores* o *bloqueadores* (“*convertidores*”). En este modelo se ilustra con los factores la *política gubernamental de fomento*, la *capacidad de absorción* y el *capital social*
- Todos los elementos mencionados pueden conformar bucles de retroalimentación entre ellos. Es así como se incrementa o se limita el flujo y se van modificando o conservando en el tiempo los diversos niveles de estado (*stocks*) de los elementos que conforman el proceso.

4.1.4. La construcción del modelo

En lo que sigue se presenta el proceso de construcción del modelo no lineal de manera modular. Cada módulo contiene una explicación y la diagramación progresiva del mapa conceptual correspondiente, conteniendo las *variables de estado* (“*stocks*”), flujos de entrada y de salida; factores (“*convertidores*”) principales; y bucles de retroalimentación correspondientes. Para ilustrar los procesos incluidos en el modelo, se han categorizado en dos “módulos”, para la diagramación: Flujo /Intercambio de Conocimiento (Módulo I) y Flujo Capital Social (Módulo II).

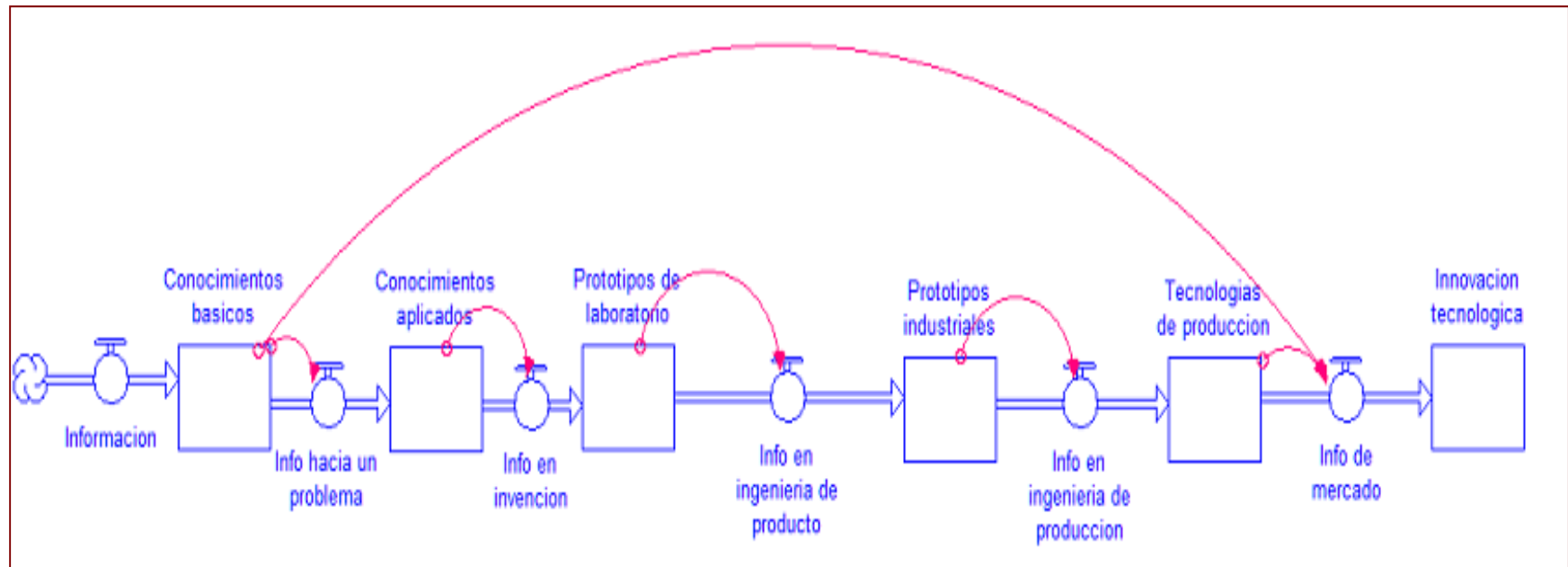
Módulo I - Flujo / Intercambio de Conocimiento

Diagrama 1 Proceso de creación de conocimiento para la innovación

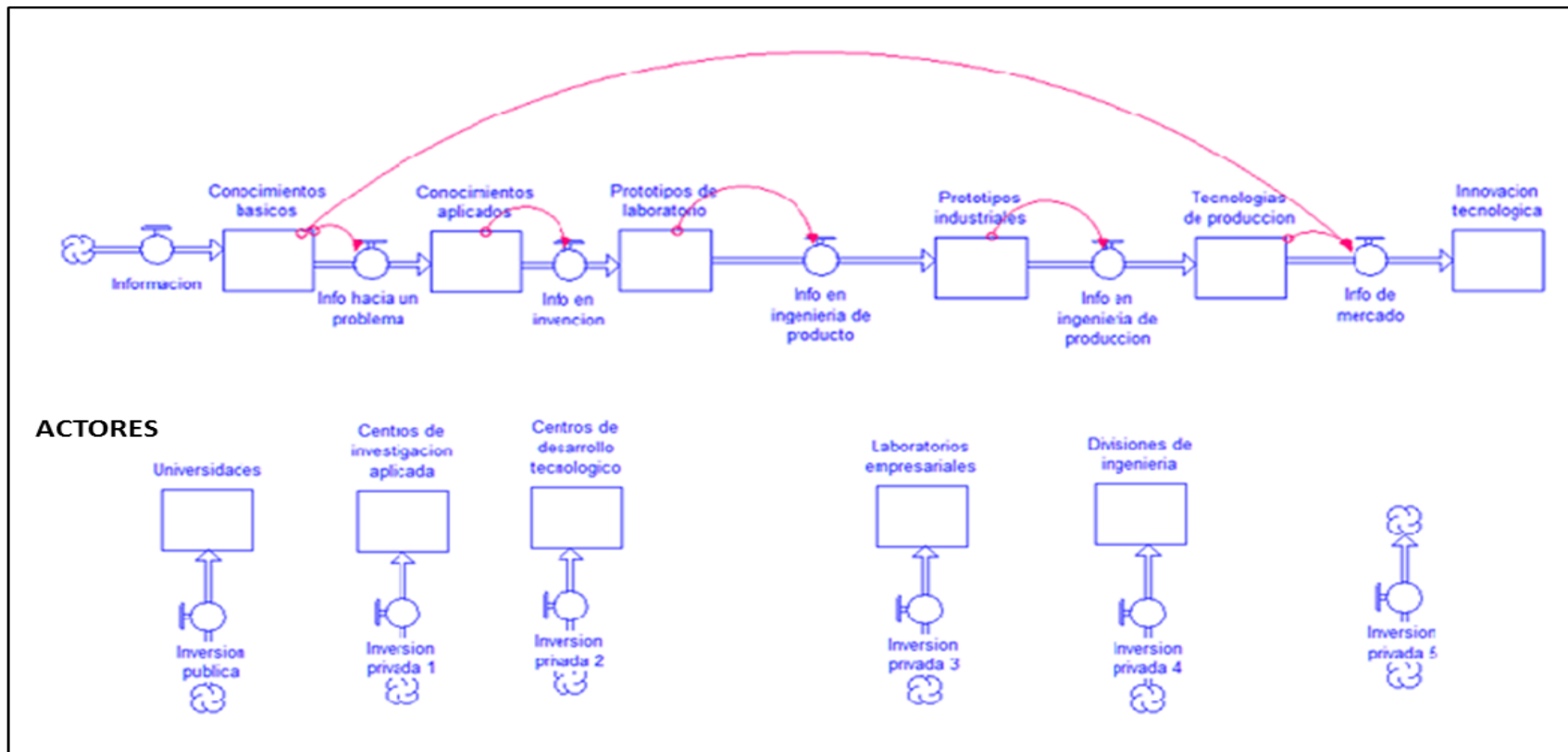
Explicación

- En este primer diagrama, el flujo de conocimiento presenta todos los stocks de la cadena de generación de conocimiento en el sector industrial, de manera general. A partir de esta esquematización – aparentemente lineal -, a lo largo del proceso de modelación, se le irán incorporando y articulando paso a paso, los diversos elementos que permitirán visualizar al final, la complejidad sistémica del proceso de vinculación, para que no se interrumpa el flujo de información y generación de conocimiento.
- El conocimiento, que es un producto social, se va creando y renovando continuamente. Implica una serie de circuitos de aprendizaje que se van retroalimentando y recreando en distintos momentos, a lo largo de su trayectoria por el proceso. Es decir, los individuos que participan, intercambian mutuamente sus conocimientos y en un proceso de aprendizaje, generan continuamente nuevo conocimiento *colaborativamente*.
- Es este un proceso complejo, cuya dinámica implica de hecho, la interconexión de varios conceptos: datos, información, y conocimiento (Beazley, Boenisch y Harden (2002); y Davenport y Prusak, 2001). En el contexto del sector productivo, la importancia del conocimiento no se discute, pero *“hay que distinguir estos tres conceptos para saber cuál de ellos se necesita, se tiene y qué se puede hacer con cada uno en un momento dado. Ello puede hacer la diferencia entre el éxito o el fracaso”* (Davenport y Prusak, 2001).

4.1 Diagrama 1 Proceso de creación de conocimiento para la innovación



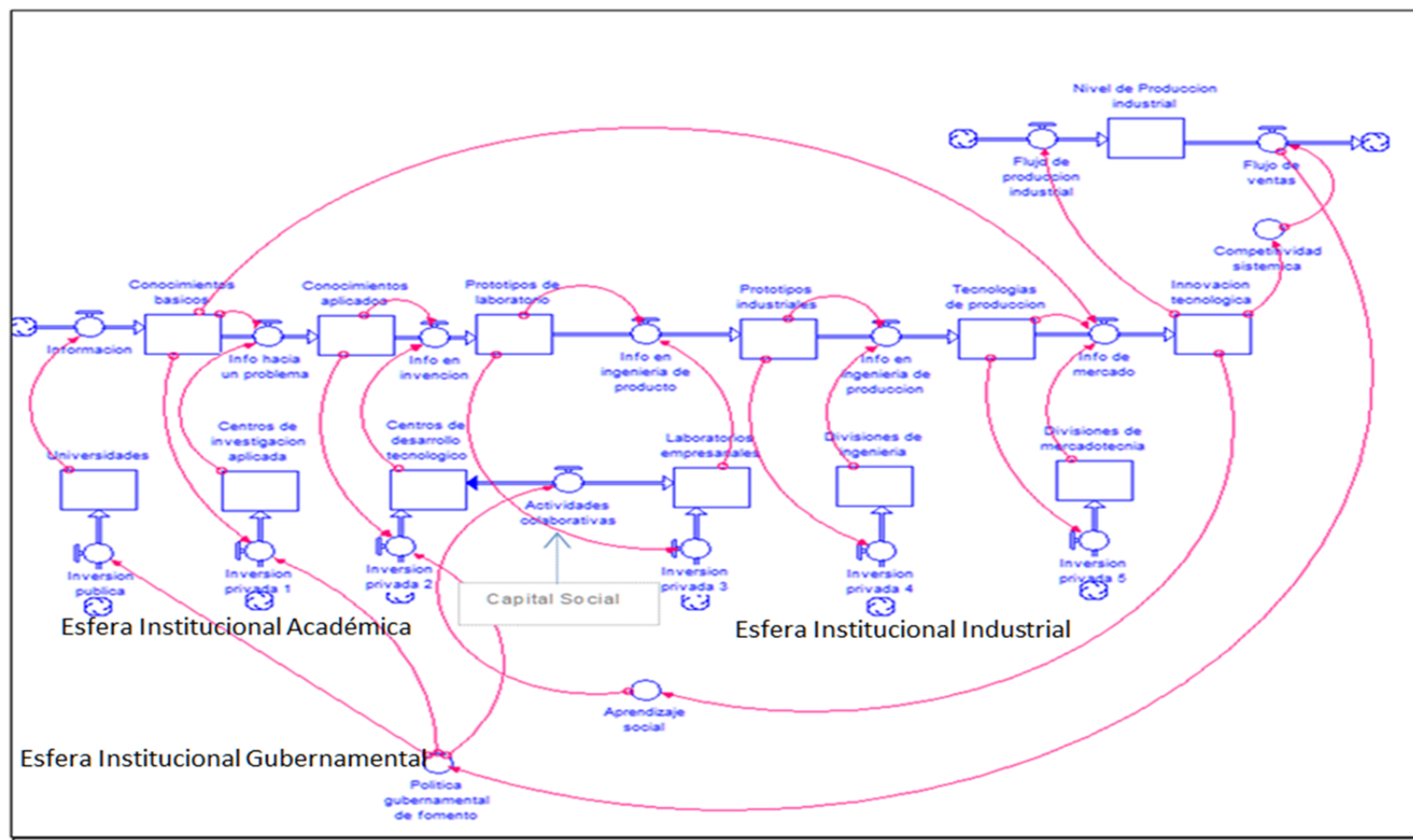
4.2. Diagrama 2: Principales actores locales en el intercambio de conocimiento



Explicación Diagrama 2

- Los actores están representados aquí por distintos tipos de organizaciones públicas y privadas, con sus requerimientos de inversión. Ellos representan la infraestructura organizacional, material, que contribuirá a la creación de diversos tipos de conocimiento en una localidad /región.
- En el sistema de innovación cada uno de ellos tiene al menos un papel que cumplir. Para cumplir su papel, todos han de interconectarse y participar en redes de capital social y redes operativas.
- Aunque el conocimiento codificado es importante, a nivel local, el conocimiento tácito juega un papel relevante en los procesos de aprendizaje y para la resolución de problemas o actividades del día con día, cara a cara.
- La composición específica de actores puede variar siempre y cuando se cubran las funciones requeridas por el sistema de innovación.
- Según el tipo de industrias de la localidad, habrá distintos requerimientos de conocimiento. Por ejemplo, la industria manufacturera tradicional puede requerir más conocimientos de ingeniería y por lo tanto, más centros de desarrollo tecnológico, mientras que la industria de alta tecnología, como la biotecnológica, puede requerir más conocimiento básico, asociado con centros de investigación, etc.

4.3. Diagrama 3: Modelo de dinámica de vinculación en el sistema de innovación bien estructurado: Las interconexiones deseables. Nivel local. Países Avanzados

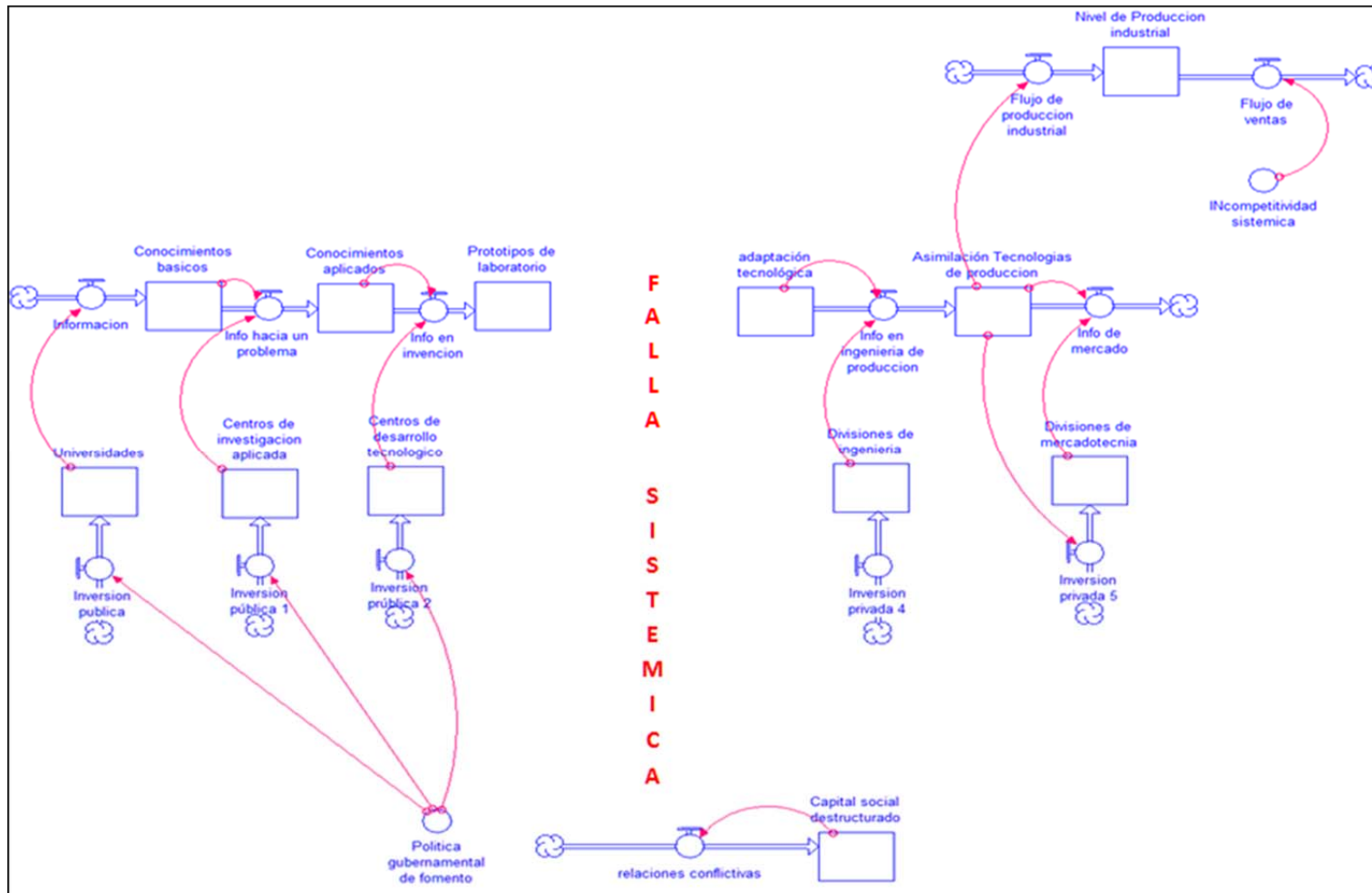


Explicación Diagrama 3

Diagrama completo con actores identificados en las esferas institucionales académica e industrial, en conexión con la esfera gubernamental.

- Múltiples interconexiones y circuitos de retroalimentación. Es un sistema cohesionado.
- Mientras más variedad, número de actores e interconexiones, más estable será el sistema. La redundancia produce resiliencia.
- Las actividades colaborativas entre academia – industria – gobierno son parte de la cultura. La conformación de capital social no es problema prioritario de política porque está culturalmente estructurado, históricamente, como tampoco lo es la capacidad de absorción: ya existen.
- En estos contextos, el conocimiento tiene altas probabilidades de fluir sin impedimentos. La vinculación es alta, el sistema de innovación es funcionalmente estructurado, la capacidad innovadora es alta (*milieu innovador*).
- La vinculación ciencia – industria está esquematizada en el flujo “actividades colaborativas” entre actores de las distintas esferas institucionales.

4.4. Diagrama 4 - La situación problemática en RIM rezagadas – localidades de bajo desempeño innovador

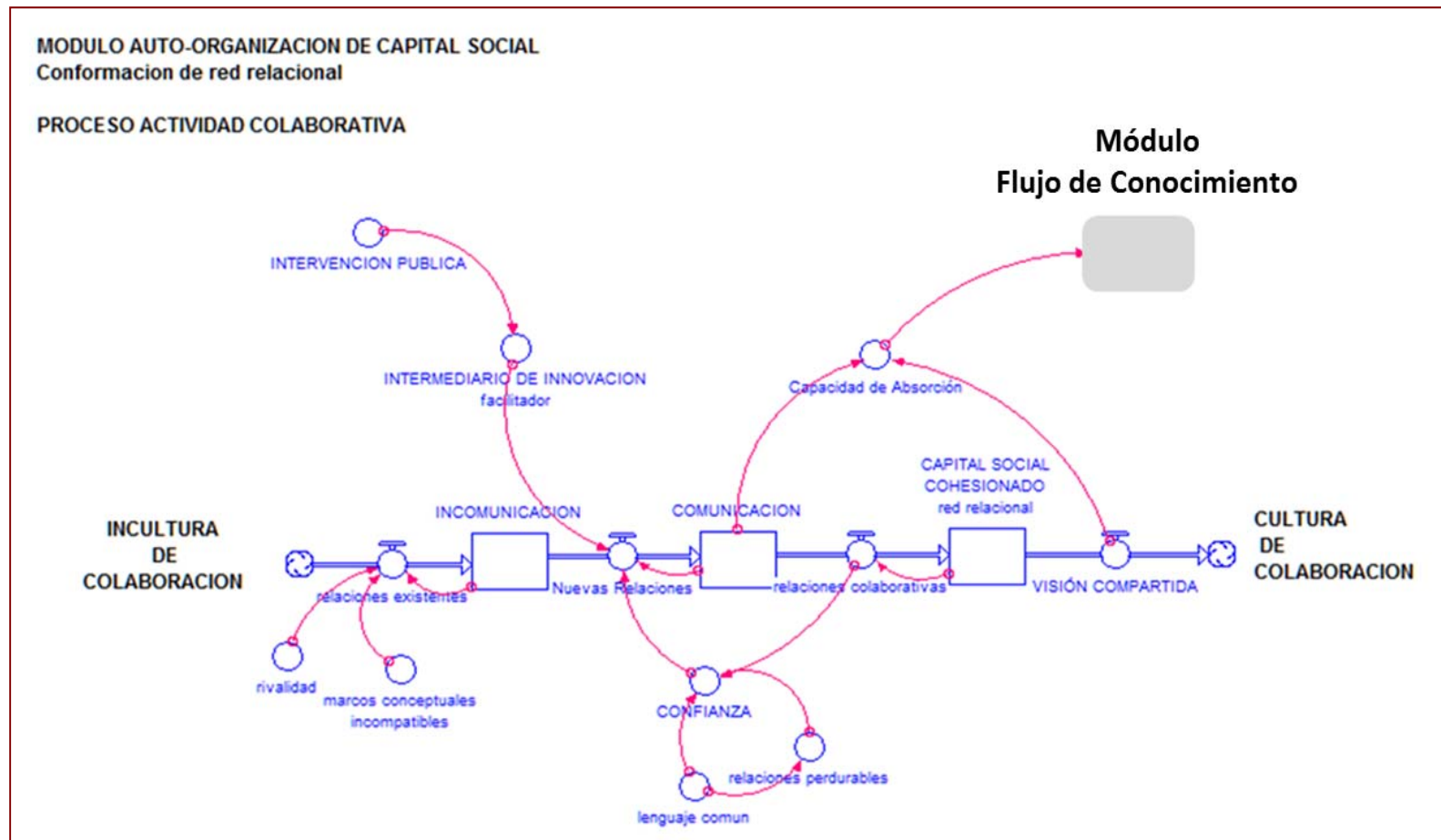


Explicación Diagrama 4

- En las RIMr el sistema aparece desestructurado. No hay interconexión entre el conocimiento producido por los organismos públicos de investigación y el requerido por la industria. Las relaciones entre ambos pueden ser conflictivas.
- Puede haber inversión pública pero al no haber comunicación entre los actores, el flujo de conocimiento producido se interrumpe.
- Capital social precario o desestructurado. Capacidad de absorción tecnológica mínima.
- Precondición para que fluya la creación de conocimiento: aprender a interrelacionarse, generar cultura colaborativa.
- Papel clave de la intermediación - interface ausente, para establecer “puentes” y potenciar la capacidad de absorción tecnológica local.
- Requerimiento de política con visión integral, de largo plazo, concretada en acciones inmediatas de corto plazo, sostenidas.

Módulo de Conformación de Capital Social:

4.5. Diagrama 5: Proceso de Actividad Colaborativa

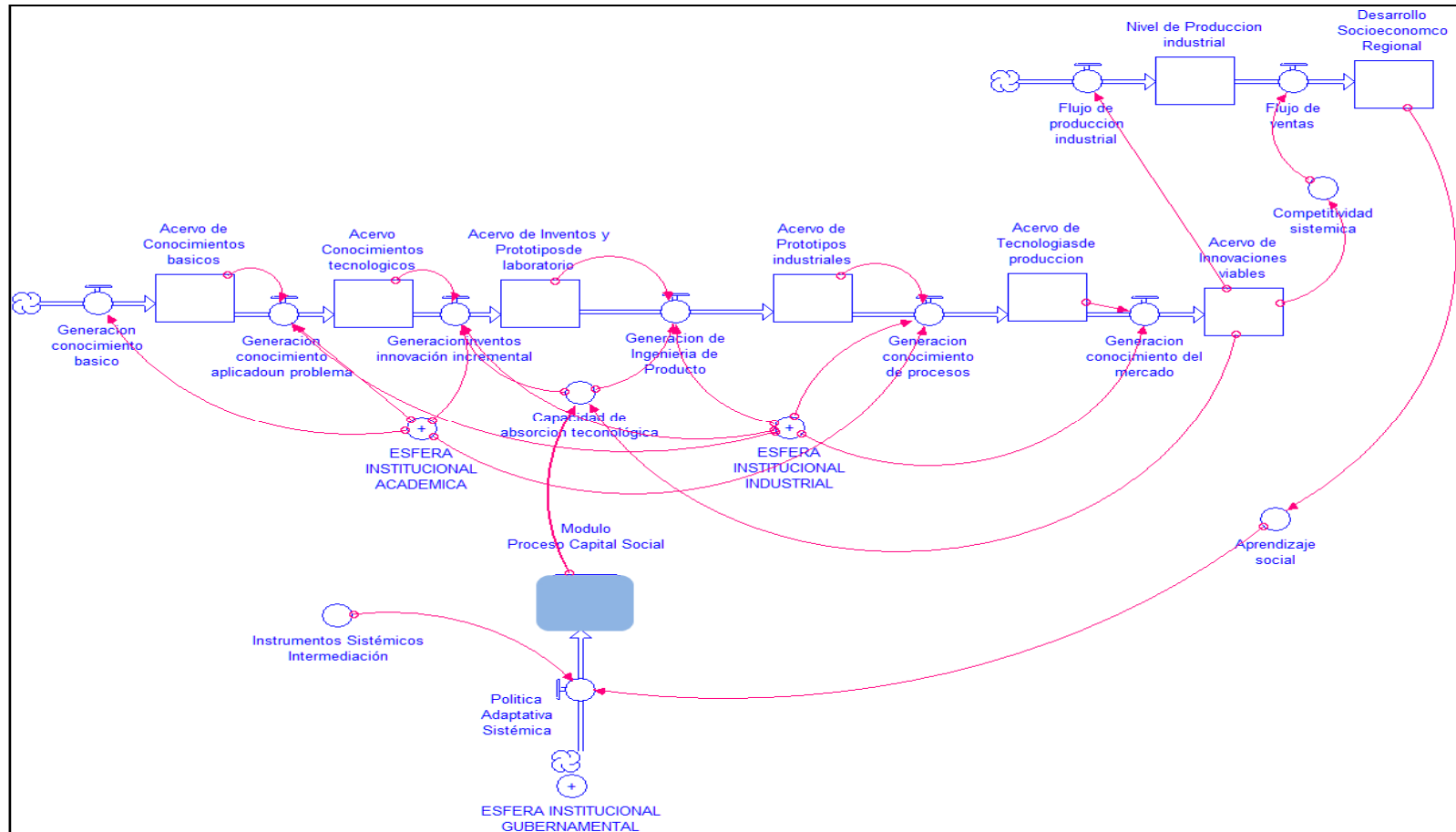


Módulo de Conformación de Capital Social

Explicación Diagrama 5: proceso de actividad colaborativa

- El **capital social** relevante integra el capital humano adecuadamente formado, su *expertise*, etc., con su *capital relacional*. Es decir, recursos humanos calificados que operan en sus organizaciones, que saben cómo y están dispuestos a comunicarse y a establecer relaciones colaborativas en su ambiente operativo inmediato (*milieu*).
- Su conformación es entendida como *proceso flujo de actividades colaborativas*.
- En RIMr hay una situación de incomunicación, tipos de relaciones inadecuadas (*rivalidad, conflicto*), lenguajes o visiones diferentes, aislacionismo, desconfianza mutua, indiferencia, falta de cultura empresarial, etc. en círculos viciosos. La desvinculación inhibe el flujo de conocimiento.
- La intervención pública ha de implementar instrumentos sistémicos para potenciar la cohesividad sistémica, facilitando la auto-organización del capital social. La generación de un clima de confianza, lenguaje común, etc. actúan como “convertidores”. Se inducen círculos virtuosos de retroalimentación, favorables para el cambio cultural.
- La interconexión entre el capital social y el resto del sistema si bien permea todo, es en el aprendizaje social y la capacidad de absorción donde rendirá sus mejores frutos como elemento inductor de la vinculación.
- Ejemplo de instrumento sistémico y mecanismos de política se incluyen en la Sección de Implementación en Redes.

4.6. Diagrama 6 – Integración modelo deseable Dinámica de Innovación para Revitalización industrial de RIMr – localidades de bajo desempeño innovador.



Explicación Diagrama 6

Para las localidades o regiones industriales metropolitanas rezagadas, de países en desarrollo, con sistemas de innovación desestructurados, disfuncionales, desvinculados, es importante tomar en cuenta lo siguiente en la conceptualización del “mapa deseable” para la etapa inicial:

- En la situación de desvinculación academia – industria – gobierno subyace la ausencia de una cultura colaborativa local que es necesario cambiar.
- La inversión en capital humano, en investigación e infraestructura material (independientemente del monto) no basta. En estos contextos es necesaria la intervención pública que aporte elementos facilitadores para inducir la auto-organización de capital social tecno-industrial, productivo.
- Este elemento es crucial – es precondition - para repuntar de la etapa de *pre-catching up* a la de *catching-up*. Porque a través del capital social emergerá y se podrá sostener la capacidad de absorción tecnológica local, de vital importancia para la identificación, captura, adaptación y asimilación de las tecnologías potencialmente disponibles en el mercado.
- La capacidad de absorción es “el vínculo perdido” entre la capacidad de investigación y la capacidad innovadora del sector productivo (por eso, en este diagrama no aparecen los actores desagregados, sino como esferas institucionales). Y esto requiere la construcción de un capital social productivo, estructurado, cohesionado en redes. Esta es una diferencia importante del sistema de innovación en países en desarrollo que no se puede ignorar en la formulación de políticas de fomento.

- Esta primera fase de intervención dentro de una visión de largo plazo, podrá implementarse a manera de redes. Aspecto que será desarrollado en la siguiente sección.

4.7. Diagrama 6b: Consistencia con Triple Hélice

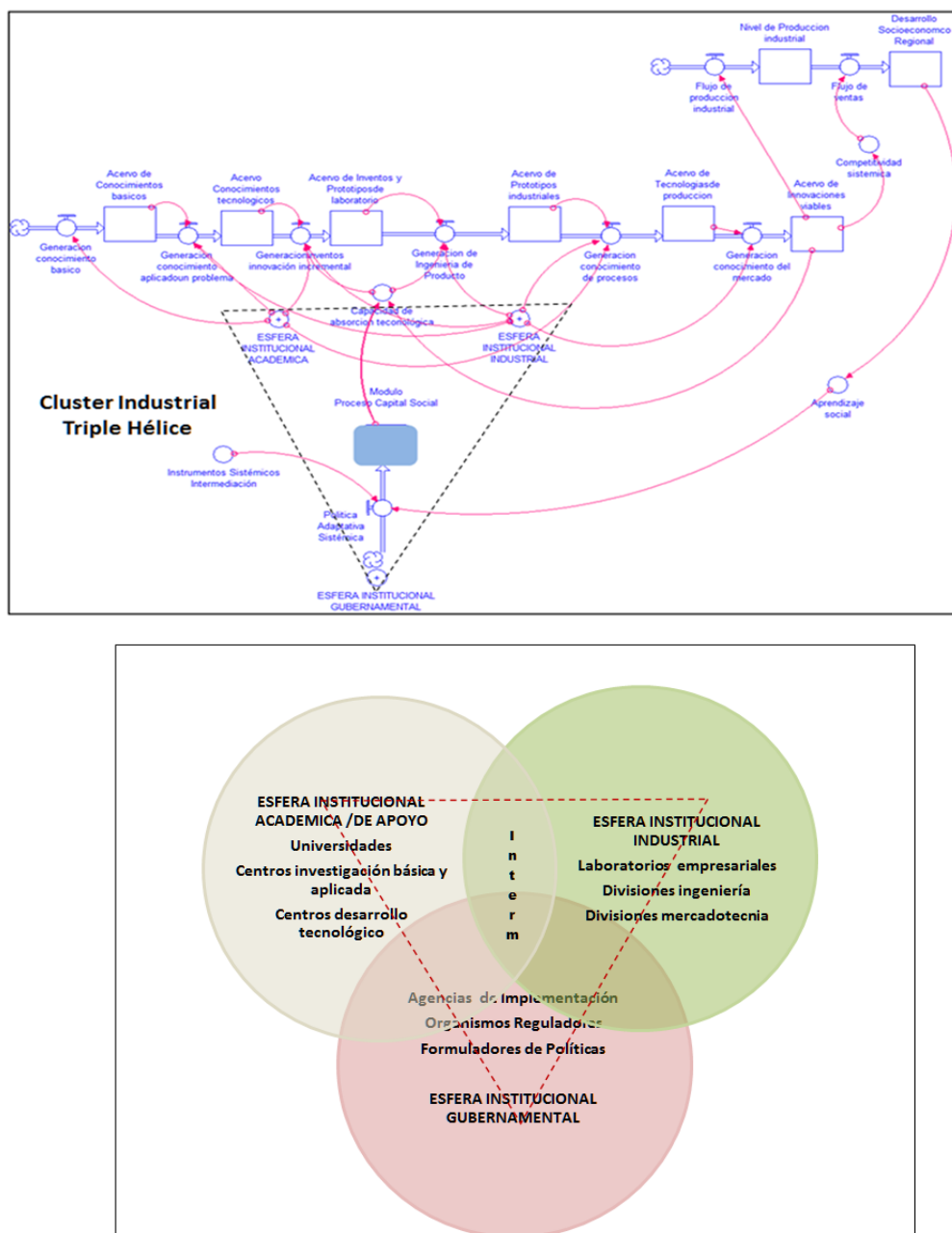


Figura 4.7. Consistencia del Modelo con la Triple Helice

Explicación Diagrama 6b y Figura 4.7

Como puede verse, nuestro modelo es consistente con el enfoque de la Triple Hélice. Hay una concordancia entre ambos.

4.2. OPERACIONALIZACIÓN DEL MODELO POR ANALISIS DE REDES SOCIALES

Desde una perspectiva sociológica y mediante la aplicación del método de Dinámica de Sistemas Complejos, en la sección anterior hemos desarrollado un Modelo Conceptual para sustentar el diseño de políticas adaptables de fomento a la vinculación academia – industria – gobierno, para regiones industriales metropolitanas rezagadas (RIMr), de bajo desempeño innovador. Una manera de llevar el modelo hasta su nivel operativo es expresarlo y analizarlo en términos de redes sociales.

4.2.1. Creación de Redes de Intervención Pública para la Vinculación

Es un hecho que las RIMr se caracterizan no sólo por una dispersión en forma y contenido de sus fuentes de conocimiento, sino que mucho de lo que se necesite puede estar ausente. La conformación de redes locales de conocimiento en estos contextos de rezago suele ser precaria. Sus sistemas de innovación, aparecen desestructurados y son disfuncionales. Están desvinculados. De aquí que la propuesta de nuestro modelo se dirija hacia la conformación de redes colaborativas productivas, bajo la figura del capital social calificado, para favorecer el uso eficiente de conocimiento, desde el nivel local, que es donde se concreta la actividad innovadora en la realidad.

Cabe recordar, sin embargo, que en la planeación estratégica desde el enfoque de sistemas complejos, uno está en el terreno de las probabilidades. Si hablamos de procesos estocásticos, las redes también habrán de tener ese carácter: son probabilísticas. La formulación de políticas públicas integrales para impulsar la innovación y la función de vinculación ha de orientarse a eficientar su propia intervención como catalizadora, para incrementar las probabilidades de éxito.

4.2.2. Redes y Capacidad de Absorción Tecnológica Local

La capacidad de absorción tecnológica contribuye a la conformación de redes, en tanto que las redes contribuyen a incrementar dicha capacidad de absorción. La capacidad de absorción permea en nuestro modelo tanto al nivel meso como al nivel macro.

Cada una de estas capacidades tiene su tiempo y viene asociada con la base de conocimiento incorporado a través de años de formación y experiencia, de cada uno de los distintos individuos que han de participar para que ocurra la innovación; así como con los recursos tangibles (infraestructura material) e intangibles de que dispone en su entorno inmediato (capital social, por ejemplo), para potenciar el intercambio de datos, información y conocimiento requeridos, oportunamente.

Los problemas tecno-industriales suelen venir asociados a problemas técnicos concretos. Adicionalmente, para pasar de lo potencial a lo real generalmente hay que adaptar la nueva tecnología al contexto. La sociedad –el sector productivo -, ha de estar preparada para contender con estas cosas desde distintos frentes. Requiere, por ejemplo, tener capacidad para traducir problemas tecno-industriales (necesidades del usuario) en proyectos de investigación para resolverlos; las instituciones de educación superior y centros de I+D a su vez, podrán coadyuvar en la adaptación a las condiciones locales y la implantación de la nueva tecnología adquirida. A la par, cuando la tecnología ha quedado obsoleta, los proyectos de investigación pueden contribuir a mejorarla o corregirla, en tanto que si hubiese un desperfecto, los talleres de ingeniería estarían allí para resolverlos. Por otro lado, si hubiese cambio tecnológico - como lo hay permanentemente -, y la empresa no lo supiera ni se adaptara oportunamente, perdería posicionamiento. Los organismos de interface pueden contribuir a la alerta tecnológica para saber del nuevo conocimiento o

tecnologías potencialmente disponibles, y las adecuaciones de capacitación requeridas, de interés para la localidad, etc.

Vista así, podemos decir que para el nivel local, la capacidad de absorción es una propiedad emergente sistémica, compleja, por la que se entrecruzan e interrelacionan diversos esfuerzos (de educación, de impulso a la cultura colaborativa, de dotación de infraestructura tangible, etc.) en distintas temporalidades, que van desde años hasta minutos, para que se exprese y se sostenga.

4.2.3. Estrategia para potenciar la creación de redes colaborativas

Según nuestro Concepto, una precondition para la revitalización tecno-industrial en RIMr es potenciar la vinculación entre los actores, que en su dimensión sociocultural implica la auto-organización del capital social relevante, expresado ahora como *proceso de creación de redes de actividades colaborativas*. Para ello, la estrategia sistémica sugerida aquí, se apoya en la intervención pública indirecta, creando organismos intermediarios de interface que actuarán como puente (enlaces débiles) entre las esferas productivas involucradas. Dichos organismos de interface de nueva generación – por su enfoque sistémico y adaptable -, funcionan como “catalizadores”, para favorecer la auto-organización de pequeñas redes locales de aprendizaje/conocimiento, a manera de “redes semilla”. Éstas serán impulsadas sostenidamente para aprender, generar y difundir una nueva cultura colaborativa, proclive a conformar redes heterogéneas de conocimiento (capital social) dentro de una dinámica multiplicadora, “amplificadora”, tipo fractal (red de redes).

Un ejemplo de buena práctica de intervención sistémica es la *intermediación integradora (instrumento sistémico)*, apoyada en el herramental de la Prospectiva Sistémica como mecanismo facilitador para “activar” aquellos factores del entorno operativo inmediato que se requieran para catalizar la

conformación del capital social. Este puede ser complementado por otros mecanismos convencionales que pudieran ya estar en uso.

4.2.3.1. El ARS en la intermediación integradora

Para potenciar la vinculación se ha propuesto en el Marco de Referencia la vía indirecta de la intermediación pública, de carácter sistémico. Para expresar la *inducción de la auto-organización del capital social por intermediación, en términos de redes* hemos de recurrir a los conceptos de *enlaces fuertes* y *enlaces débiles* que se manejan en la teoría de redes, asociados con los de *unión* y *puenteo*, que se manejan en la literatura del capital social.

El concepto de **unión** en este contexto se refiere a los grupos homogéneos, unidos por enlaces fuertes, por ejemplo, las comunidades de prácticas. El concepto de **puenteo** por su parte, se refiere a la creación de enlaces de conectividad entre grupos heterogéneos. En la intermediación, los organismos de interface facilitadores son vistos como enlaces débiles entre grupos originalmente homogéneos, y como catalizadores en la conformación de grupos heterogéneos. Una localidad que cuente con organismos de interface puede decirse que tiene un tipo especial de capital social, de intermediación (Burt, 2004).

A través de la intermediación, usando como mecanismo sistémico programas de prospectiva sistémica que vislumbren no sólo objetivos técnicos sino sociales, se pueden conformar redes primigenias “semilla”, heterogéneas, de aprendizaje: aprender a comunicarse y a colaborar; a generar un lenguaje común; crear clima de confianza; de compromiso social y de sentido de futuro compartido, por ejemplo. A partir de ellas, se irían amplificando las actividades colaborativas (redes de mundo pequeño). Eventualmente, esta dinámica se expresaría progresivamente tanto como auto-organización del capital social productivo, dentro de una lógica fractal, de efecto amplificador,

así como de emergencia de capacidad de absorción tecnológica local. A medida que se vaya multiplicando y enriqueciendo en variedad y redundancia, el sistema de innovación ganará en resiliencia y homeostasis, en tanto que la capacidad innovadora local podrá dar lugar a *milieux* innovadores.

4.2.3.2. Redes para intermediación

Instrumentos convencionales e instrumentos sistémicos

La intermediación no es una idea nueva en el terreno de los instrumentos de política de vinculación. En muchos lugares existen oficinas de vinculación o institutos tecnológicos, incubadoras, etc. que llevan a cabo diversas tareas, sobre todo ligadas con la fase de comercialización de productos derivados de la I+D, transferencia de tecnología, o para dar servicios a necesidades puntuales de la industria, entre otras. Este tipo de intermediación es de carácter convencional, lineal, formal. Está orientado a “productos concretos”, de carácter contractual, negociable a través de proyectos específicos. Desde el punto de vista del ARS, el intermediario es un “ego” al que se van sumando una diversidad de “alters” que mantienen con él relaciones diádicas o triádicas. El éxito aquí se mide por número de productos o de “impactos”. Este tipo de instrumento suele encontrarse en regiones industriales relativamente dinámicas.

El otro tipo de instrumento de intermediación pública, que aquí se propone, es el de tipo sistémico, no lineal. Aquí el enfoque es de DSC. También tiene una configuración de red ego, pero en este caso los alters son las agencias públicas que han integrado sus políticas para darle un carácter sistémico. En este caso, la intermediación tiene un carácter estratégico global, que es consistente con el enfoque de sistemas adaptables complejos, en donde lo que se busca, más que productos concretos, es la corrección de la falla sistémica que representa la situación de desvinculación, propia de RIMr, de bajo desempeño innovador. Es una falla sistémica por la ausencia o precariedad de capital social productivo, que impide el flujo adecuado de

creación de conocimiento requerido por el sector productivo para la innovación. En este concepto, la propuesta es diseñar mecanismos que incrementen la probabilidad de autoorganización sostenida de redes colaborativas de aprendizaje/ conocimiento (capital social). El éxito se define por los resultados (mayor cohesión de redes heterogéneas).

Pese a sus diferencias, ambos tipos podrían complementarse y eventualmente, retroalimentarse hasta integrarse dentro de una misma visión sistémica. La Tabla 4.3 presenta las características de ambos tipos de instrumentos.

Enfoque DSC
Instrumentos de Política para Mejorar la Vinculación desde lo Local:
Intermediación por Interfaz

Instrumento Convencional + **Instrumento Sistémico**

Mecanismos / Acciones	Productos	Objetivo
Oficinas de Vinculación Institutos Tecnológicos, etc. Proyectos conjuntos uno-a-uno Prototipos Movilización Mentorías Servicios de apoyo Consultorías Incubadoras Parques Tecnológicos, etc.	Contratos Patentes Información Contactos uno-a-uno	Potenciar Transferencia de Tecnología caso por caso (<u>centrada en el extremo final de la cadena de valor del K</u>)

Mecanismos / Acciones	Resultados	Objetivo
Talleres Locales continuos de prospectiva Escenarios TKJ FODA Roadmapping Extensores, etc.	Autoorganización de Redes, - Comunicación - Clima de confianza - Lenguaje común - Construcción de significado - Visión compartida de futuro Integración cadenas de proveedores	Potenciar flujo de K a <u>lo largo de la cadena de valor de K.</u> Corregir Falla Sistémica de la función Vinculación del S.N.I. desde lo local; mejorar cohesividad. Fomentar Inteligencia Colectiva Potenciar Capacidad Innovadora (milieu innovador) Crear Ventaja Colaborativa

Tabla 4.3. Características del instrumento convencional y el instrumento sistémico

4.2.4. Los Niveles Analíticos del Modelo en ARS - DRS

El ARS - DRS –con ayuda del Microanálisis Sintético -, nos permiten conectar distintos niveles analíticos, desde el nivel macro para ver, por ejemplo, la *estructura* de las relaciones entre individuos o conglomerados de actores (red de redes); pasar al nivel meso para ahondar en los *procesos* de conformación de las redes; y llegar hasta el nivel micro, a nivel de diada, para analizar aquellos *factores* que permiten o frenan el establecimiento del vínculo

Dado que el proceso que nos interesa en este momento es el de la creación de redes (*networking*), la aplicación del ARS/DRS puede hacerse por ejemplo mediante la interconexión entre los tres niveles de intervención pública. El nivel *macro* en este contexto, lo asociamos con la red de creación del conocimiento, donde aparecen los actores y flujos de conocimiento. Es en este nivel donde se hace visible la falla sistémica a través de la estructura de las redes de relaciones sociales (productivas).

El nivel *meso* se ocupa del problema de la creación de redes colaborativas (capital social) e introduce la intermediación pública como instrumento sistémico. En este nivel, desde la perspectiva del ARS/DR, adquieren importancia los enlaces débiles que funcionan como puentes, para el proceso de creación de redes heterogéneas.

El nivel *micro* de intervención pública es ilustrado con micro-redes de afiliación, para interconectar mecanismos asociados con objetivos estratégicos, con el fin de potenciar la capacidad de absorción tecnológica local. En otras palabras, este nivel micro es donde prácticamente, se puede implantar la buena práctica, para inducir el cambio. Es el “*cómo hacerlo*”.

En términos de redes diríamos que en nuestro modelo, se buscaría potenciar la densidad, la heterofilia y la cohesividad. En términos de objetivos de

política de innovación, sostenida, integral y facilitadora, se buscaría corregir la falla sistémica que inhibe el uso eficiente de conocimiento, mediante el incremento de las probabilidades de conformación del capital social – la vinculación -; la capacidad innovadora local; la emergencia de *milieux* innovadores; y finalmente, la creación de la ventaja colaborativa local.

4.2.4.1. Nivel Macro: creación de redes de generación de conocimiento

Las relaciones en el sistema de innovación, de cualquier tipo, tienen una connotación de interés asociado a la cadena de creación de conocimiento. La creación del conocimiento es un proceso complejo, central para el sistema de innovación. Lo permea todo. Como se ha mostrado en el Modelo Conceptual, el conocimiento nuevo y útil se va generando por la interacción, así como el proceso de aprendizaje concomitante entre los diferentes tipos de actores. De esta forma se van incrementando sus propias competencias: diferentes tipos de conocimiento convergen y nutren el proceso de innovación.

Para que ocurra el intercambio de conocimiento, la participación en redes puede tener un carácter formal o informal. Las dos son importantes, aunque para la innovación en el nivel local, las más interesantes y fructíferas son las informales, como se planteó en el Marco de Referencia. Es importante destacar que la red completa, dentro de su propia dinámica, puede estar en estado de “espera”, de modo que cuando ocurra la necesidad, se irán “activando” o “apagando” aquellos elementos que se requieran o no en un momento dado –como circuitos de interacción localizados-, para responder a problemas concretos oportunamente (Figura 4.8.). De aquí la importancia de que las redes estén vinculadas debidamente, y que sean perdurables y flexibles. También habrá que decir que estas redes de conocimiento son redes que se nutren en el tiempo.

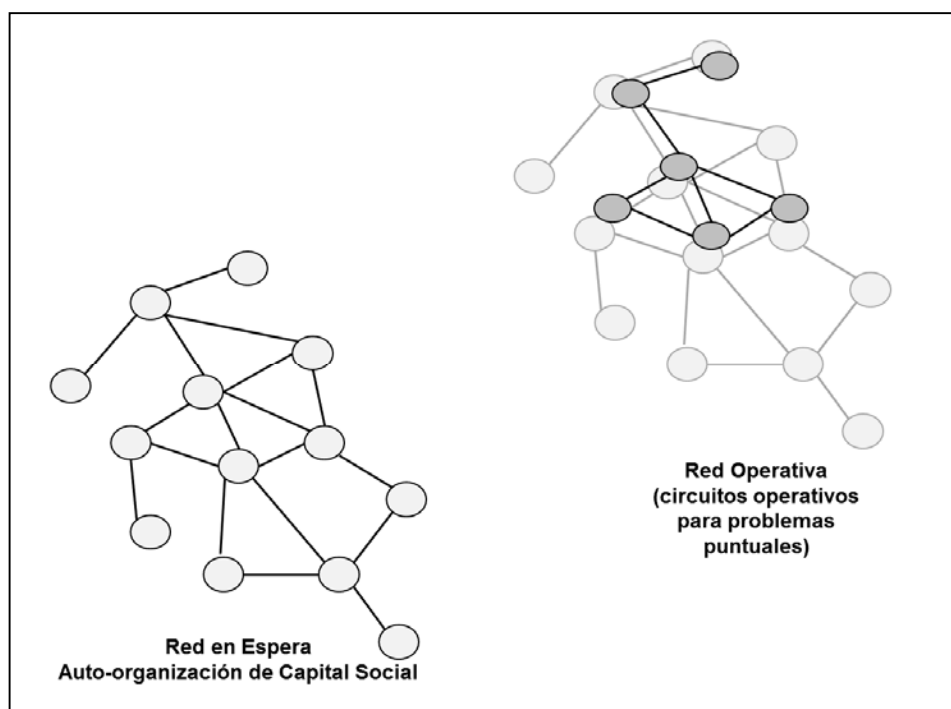


Figura 4.8. Red en Espera y Red Operativa

4.2.4.2. Nivel Meso: creación de redes colaborativas (proceso de conformación de capital social)

Desde la perspectiva de sistemas de innovación, podemos decir que el capital social tiene que ver con la función de vinculación, para hacer un uso eficiente del conocimiento. En nuestro modelo, *el proceso de conformación de capital social* efectivo es crucial para incrementar la capacidad de absorción tecnológica y el flujo ininterrumpido de creación de conocimiento. Las interacciones importan, para intercambiar los diversos tipos de conocimiento requeridos. La falta de capital social afecta la cadena de valor del conocimiento al frenar la capacidad de absorción tecnológica local, y viceversa.

Hemos dicho en el Marco de Referencia que el capital social efectivo (o pertinente, o calificado) se compone esencialmente de capital humano y capital relacional. Este capital social, a su vez, conforma la *dimensión*

intangible de la infraestructura, que junto con la *dimensión tangible* (organizaciones, instituciones, etc.) pasa a formar lo que se conoce como “*inteligencia colectiva*” en una localidad. Son dos dimensiones de la “*inteligencia colectiva*” que interconectan estructura y función (de vinculación). La capacidad de absorción tecnológica se considera aquí tanto una *propiedad emergente*, como un factor o elemento de cohesión. Ella expresa la capacidad local para explorar, traducir, anclar y explotar el conocimiento requerido, productiva y oportunamente, en la localidad. Por ello, en contexto de rezago, la función de la intervención pública es actuar como facilitador o catalizador, para propiciar una dinámica de círculo virtuoso, de auto-organización de capital social relevante y heterogéneo, teniendo en la mira el incremento de la capacidad de absorción, que dará cohesividad sistémica: mientras más cohesionado, mayor resiliencia y adaptabilidad del sistema al cambio.

En nuestra conceptualización de vinculación desde la complejidad se consideran dos dimensiones de la “*inteligencia colectiva*”, para interconectar estructura y función (de vinculación) con el capital social como elemento de cohesión. La intervención pública actúa como catalizador del círculo virtuoso de auto-organización que se genera por retroalimentación entre capital social y cohesión sistémica. A mayor inteligencia colectiva, mayor capacidad de absorción, y mayor cohesión. Mientras más cohesionado, mayor resiliencia, etc.

Por otro lado, de manera natural, el capital social hace referencia a la *capacidad por la cual los actores, a través de sus relaciones, forman redes, intercambian conocimiento, y por ese solo hecho, le otorgan valor al conocimiento, y a la relación*. Una manera de expresar la existencia de capital social calificado es por la composición, grado de cohesión, tipos de relaciones y flujos que dan vida a las redes de colaboración. Por ejemplo, una red colaborativa pobremente estructurada reflejará una situación de

desestructuración y disfuncionalidad sistémica al interrumpir el flujo de conocimiento oportuno a través del sector productivo que lo requiera. A su vez, la conformación progresiva reflejará cambios en las propiedades de la red.

Fases del proceso de conformación de redes colaborativas (Capital Social) por intermediación

De acuerdo con nuestro Marco de Referencia, desde la perspectiva de sistemas complejos el capital social es un proceso complejo de auto-organización, en el que intervienen diversos bucles de retroalimentación. Según el contexto, la historia y la idiosincrasia, la conformación de capital social puede presentar distintos *niveles de estado* de desarrollo en las regiones/localidades, en el tiempo. Aún en presencia de capital humano calificado, si éste no está adecuadamente relacionado – vinculado -, el conocimiento no fluye. En el caso de las RIMr, el capital social calificado es pobre. Para captar la dinámica evolutiva del proceso en el nivel meso, veamos los niveles de estado que le caracterizan.

Nivel de Estado 1: emergente – conformación de esferas de actividad.

La *esfera de actividad* se refiere a un área de actividad, interés o expertise; a una sección de la sociedad o un aspecto distinguido y unificado de la vida, por una característica particular. La esfera de actividad genera un ambiente particular que, en torno a una actividad particular, le otorga a la gente una cierta identidad dada por valores, principios y rituales compartidos, su posicionamiento, etc.

Nivel de Estado 2: situación jerárquica - control desde nivel superior

En este nivel puede haber vínculos incipientes, dispersos, dentro de las esferas de actividad. Los integrantes aparecen controlados por un orden jerárquico superior, a quien le pasan información y le presentan sus

problemas, para recibir a su vez, las órdenes y directivas a seguir. En este estado, las distintas esferas de actividad no suelen comunicarse entre sí (por ejemplo, la esfera académica y la esfera industrial). La creatividad e innovación son bajas.

Los límites de este sistema se caracterizan por:

- Flujo de información de abajo hacia arriba
- Toma de decisiones de arriba a abajo
- Reglas de contención
- Descripción del trabajo
- Rigidez

Nivel de Estado 3: intervención convencional para vinculación academia-industria

Este es el modelo convencional de política para fomentar la vinculación. En este nivel de estado se cuenta ya con *comunidades de prácticas* en las esferas de actividad, aunque estas suelen ser “cerradas”, incluso dentro de la propia esfera de actividad, como islotes. Esto refleja el predominio de enlaces fuertes en sus redes y pocos enlaces débiles. Por su carácter homogéneo, las comunidades de práctica tradicionalmente no suelen favorecer la interdisciplina ni la apertura mental hacia actividades colaborativas, propias de las redes que caracterizan el capital social, heterogéneo, para el intercambio de diferentes tipos de conocimiento que requiere la innovación. Cultura poco adaptable al cambio.

Aquí se tiende a introducir ya agencias de interface (oficinas de vinculación, institutos tecnológicos, etc.), aunque bajo un esquema jerárquico rígido, y visión estrecha de la vinculación, orientados hacia la “punta del iceberg” asociada con la fase de comercialización de productos, o necesidades específicas de la industria. La oferta de servicios es variable, pero por lo

común se sigue un esquema lineal, enfocado primordialmente a resolver problemas puntuales asociados con la transferencia de tecnología, caso por caso. Incluye también la creación de parques tecnológicos, incubadoras de empresas, y otros instrumentos. Sin embargo, el esquema adolece del problema de fondo, de no estar adheridas a un enfoque sistémico, integral, de desarrollo basado en conocimiento, sino a sacar “productos” por los cuales se evalúa su impacto, y no por los resultados –por ejemplo-, para potenciar la cohesión sistémica. Debido a ello, lo que generan a lo más, son diadas o triadas, pero no redes. Pese a ello, son un avance, y pudieran ser “reinventados” o reciclados hacia el nuevo enfoque aprovechando su experiencia, contactos, etc., para darles un nuevo sesgo sistémico de la vinculación, así como capacidad y flexibilidad para implementar los mecanismos sistémicos correspondientes de acuerdo con objetivos estratégicos; o bien, que continúen actuando como complemento o refuerzo para los nuevos, en el proceso de transición.

Los límites de este sistema se caracterizan por:

- Redes cerradas, homogéneas, con enlaces fuertes.
- Introduce concepto de intermediación para “puentear”, pero a nivel de “superficie”: Transferencia de Tecnología, productos o servicios caso por caso
- Todavía no hay Auto-regulación ni Objetivos compartidos
- Flujo de información en la cadena de valor sigue desconectado.
- Control jerárquico, no por presión entre pares
- Incipientes Valores y Principios de responsabilidad compartida
- No Flexibilidad
- Evaluación no por resultados colectivos, sino por producción individual.

Nivel de Estado 4 – enfoque sistémico. Política adaptable no lineal

En el marco de las políticas adaptables no lineales para la innovación, la intervención adquiere un nuevo carácter facilitador o catalizador, más que controlador. De otra manera, no podrían desplegarse los procesos de auto-organización sistémica, de democratización del conocimiento y gobernanza social que se buscan para facilitar el flujo de conocimiento a nivel local. La intermediación sistémica a través de organismos de interface ha mostrado ser un instrumento eficaz, para orientar la presión social hacia los objetivos deseados. La presión social usada correctamente –por ejemplo, por vía de la participación en programas de prospectiva sistémica - , es más poderosa que la jerárquica, a la vez que disminuye la posibilidad de efectos colaterales dañinos. Como resultado, se va potenciando progresivamente entre la gente, un cambio cultural más proclive a trabajar para y con los otros, digamos, colaborativamente. La estructura de la red de nodos, a medida que se conforman redes heterogéneas y se establecen patrones de comportamiento más abiertos, gana estabilidad y resiliencia a través de lo que “está en el aire” del ambiente, y de las complejas relaciones humanas que irán nutriendo las esferas de actividad internamente como resultado de la interconexión, en un proceso de retroalimentación.

Los límites de este sistema se caracterizan por:

- Auto-regulación
- Objetivos compartidos
- Flujo de información y solución de problemas horizontal/transversal
- Control por presión entre pares
- Comunicación y coordinación lateral entre pares
- Valores y principios de responsabilidad compartida
- Flexibilidad, adaptabilidad
- Evaluación por resultados colectivos, no por producción individual

Nivel de Estado 5 - auto-organización de redes heterogéneas

A través de la catálisis por intermediación y dentro de una dinámica de aprendizaje colectivo, se van auto-organizando progresivamente redes heterogéneas en coalición cada vez más complejas (“red de redes”), a la vez que sistemas de innovación más cohesionados. A través de este proceso, las actividades colaborativas pueden potenciar la construcción de sentido y una visión compartida de futuro en la localidad – un *milieu* innovador, que podría dotar a la localidad de una capacidad innovadora sustentada en la ventaja colaborativa más que meramente competitiva.

4.2.4.3. Nivel Micro: tejiendo redes colaborativas

Micro-redes de afiliación estratégicas

Los instrumentos sistémicos –como son los organismos de interface integradores que se proponen en nuestro modelo, tienen por objeto atacar fallas sistémicas, como la desvinculación. La tarea es facilitar la auto-organización sostenida de redes colaborativas heterogéneas (capital social) en el nivel macro, tratando de incidir al interior de la diada a nivel micro -, para favorecer las relaciones sociales perdurables que darán vida a las redes. Al intervenir en la conformación de la diada se va integrando la *red ego-centrada de objetivos/instrumentos / mecanismos* del intermediario, quien fungirá como ejecutor-facilitador de la conformación de redes-semilla, para incrementar las probabilidades - con el tiempo -, de llegar a conformar la red total (red de redes).

Para llegar al nivel operativo – al “cómo” -, se propone actuar pues, a nivel de micro-redes. La idea de *micro-redes* se refiere al conjunto de mecanismos interconectados sistémicamente en torno a un objetivo estratégico (Figura 4.9.), de cara a la conformación de redes de relaciones, en este caso el capital social productivo. Para ello es necesario seleccionar un abanico de objetivos estratégicos (los “convertidores” en el modelo conceptual), a los

que se enlazarán “redes de mecanismos” a manera de redes ego, que incrementarán las probabilidades de conformación progresiva de redes colaborativas.

Nivel Operativo: Micro

Micro-Redes de mecanismos por objetivo estratégico

Nivel Macro: Política Integral Adaptable de VINCULACION (Triada: A-I-G)

Nivel Meso: Planeación Estratégica: Intermediación Pública para Inducción de Redes Colaborativas (Capital Social Productivo)

Definición de Objetivos Estratégicos: (por ejemplo, crear clima de confianza)

- Organismos de interface con enfoque sistémico
- Identificación de factores inductores / bloqueadores de capital social
- Diseño de Instrumentos Sistémicos

Factores inductores /bloqueadores:

- *Comunicación*
- *Clima de Confianza*
- *Lenguaje Común*
- *Sentido de futuro compartido, etc.*

Mecanismos /Acciones

- 1 Programas Prospectiva Sistémica
- 2 Talleres y capacitación interdisciplinarios
- 3 Seminarios interinstitucionales
- 4 Programas Movilidad Academia-Industria
- 5 Financiamiento proyectos colaborativos
- 6 Inducción redes temáticas
- 7 Promoción trabajo voluntario profesional /mentorías
- 8 Programas alfabetización CyT, etc.

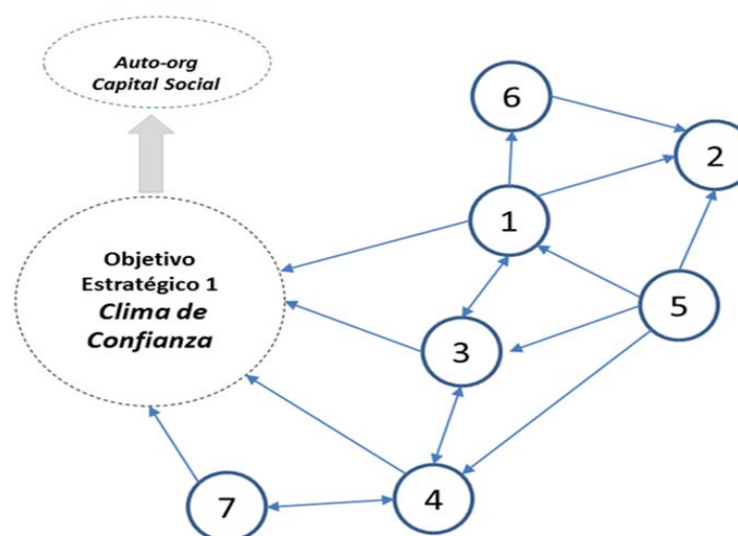


Figura 4.9. Nivel Operativo Micro: Micro-redes de mecanismos por objetivos estratégicos

Esta será precisamente, una tarea mediada por la interface pública en el proceso de conformación de la “red semilla” (y subsecuentes, según). Dado que muchos mecanismos son multiplexados, es posible hacer luego una interconexión entre mecanismos y objetivos en forma de redes de afiliación, para ayudar en la toma de decisiones.

Con ayuda del ARS será posible identificar y dar seguimiento desde ahí, a la dinámica de comportamiento de la red e intervenir oportunamente. Con el tiempo, la combinación particular de mecanismos facilitadores por objetivos estratégicos –expresados aquí como micro-redes intra-diádicas, puede irse adaptando o corrigiendo, de acuerdo con los resultados que se irán reflejando progresivamente, en la generación de nuevos enlaces y conformación de redes de conocimiento, así como en los tipos de relaciones que surjan de ellos y la capacidad de la red “en espera” para resolver oportunamente las necesidades tecno-industriales locales básicas, y que se irá expresando en sus “redes operativas” cuando se requieran.

4.2.5. La contextualización de las redes

Desde el punto de vista de la formulación de políticas sistémicas, el diseño de instrumentos ha de ser consistente con contexto local. Si el objetivo es, por ejemplo, catalizar la conformación de capital social o redes colaborativas (*networking*) – *es decir, la vinculación* -, ha de tomar en cuenta diversos elementos de contexto que son importantes para lograr la visión holística, del “gran cuadro”. Una manera de hacerlo es el uso de mapas sistémicos de redes (Conway y Steward, 1998). El objetivo es resaltar la importancia del contexto particular en una política adaptable a visualizarla en redes. Por ejemplo, sectores industriales predominantes, características de las empresas (PYMES, maquiladoras, etc.), las regulaciones y estándares, la dotación de infraestructura material, la operación del mercado laboral, la disponibilidad de recursos, etc. De esta manera, se podrá ubicar la estrategia de política asociada con la conformación de redes colaborativas - el capital

social - y la capacidad de absorción, integrando los diversos elementos del contexto local que habría que considerar.

Dependiendo del contexto particular en el tiempo y en el espacio, y las necesidades en cuanto a tipos de conocimiento, en el proceso de creación de redes (“*networking*”) se puede hacer una combinación de creación o reforzamiento de enlaces fuertes de las redes (unión o *bonding*) mediante la utilización de intermediarios públicos (enlaces débiles) para tender puentes (“*bridging*”), orientándolas a la composición más favorable para la localidad. Dicho proceso permitirá vincular las distintas esferas de actividad pertinentes (*networking*) mediante el diseño de instrumentos sistémicos de intermediación adecuados, como las interfaces para facilitar la actividad colaborativa intersectorial (por ejemplo, programas de prospectiva), tomando en cuenta las peculiaridades del contexto. Este ejercicio permitirá formulador de política visualizar la consistencia necesaria entre los elementos pertinentes del sistema, dado el carácter adaptable de la política.

4.2.6. Aplicabilidad de ARS/DRS para implementación del modelo

El proceso de inducción y auto-organización de redes heterogéneas colaborativas (*networking*) - derivado de la intermediación pública -, puede ser monitoreado fácilmente gracias al instrumental del ARS/DRS. Los cambios en los patrones de interacción se podrán deducir científicamente gracias a su aplicación. Para dar seguimiento a la progresión en el tiempo, se pueden utilizar técnicas convencionales de recopilación de datos (cuestionarios, entrevistas, talleres, etc.). Para visualizar la dinámica y analizar los cambios fácilmente, se podrán emplear programas de software de ARS amigables, como el Pajek. Simplemente se van generando sociogramas secuenciales en el tiempo – como series de “instantáneas” en un film. Los cambios progresivos servirán de guía para conocer la efectividad de los instrumentos y mecanismos de política implementados – y hacer las debidas correcciones -, a través del análisis de los atributos y cambios

deseables en las propiedades de la red, como el incremento en el grado de cohesión, la conformación de conglomerados heterogéneos, la densidad, etc. La Tabla 4.4 sintetiza los principales elementos de aplicación de ARS/DRS para estrategias políticas.

4.2.6.1. Ejemplos y sugerencias de aplicación

Visualización de red de relaciones

El nivel o grado de estructuración de un sistema puede ser fácilmente visualizado en el tiempo, aplicando el ARS, como puede verse en la Figura 4.10.

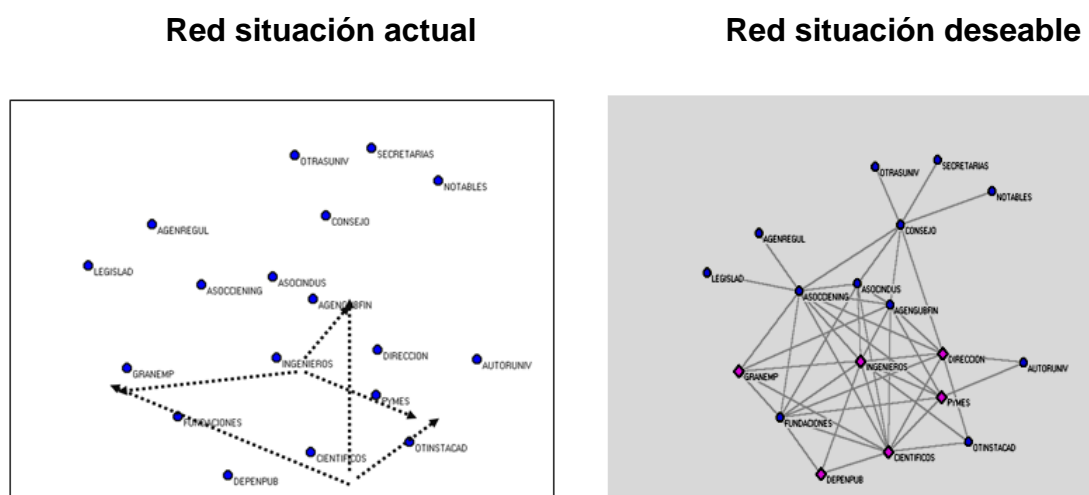


Figura 4.10. Red desestructurada en situación actual y en situación estructurada deseable

Aplicación de Matriz de Afiliación

El ARS permite interconectar distintos niveles de análisis. A través de las actividades que llevan a cabo los actores –al interactuar unos con otros-, se abren las posibilidades de que se generen enlaces entre ellos. A su vez los actores, al participar en diferentes actividades, hacen posible relacionar tales actividades. Esta peculiaridad es lo que permite llevar a su nivel operativo nuestro modelo, al asociar actividades con objetivos estratégicos de política, que se van concatenando con políticas de otro nivel, mediante nuevas matrices de afiliación o de dos modos (Figura 4.11, lo que permite ir interconectando niveles micro y meso.

Red de afiliación para construcción de capital social

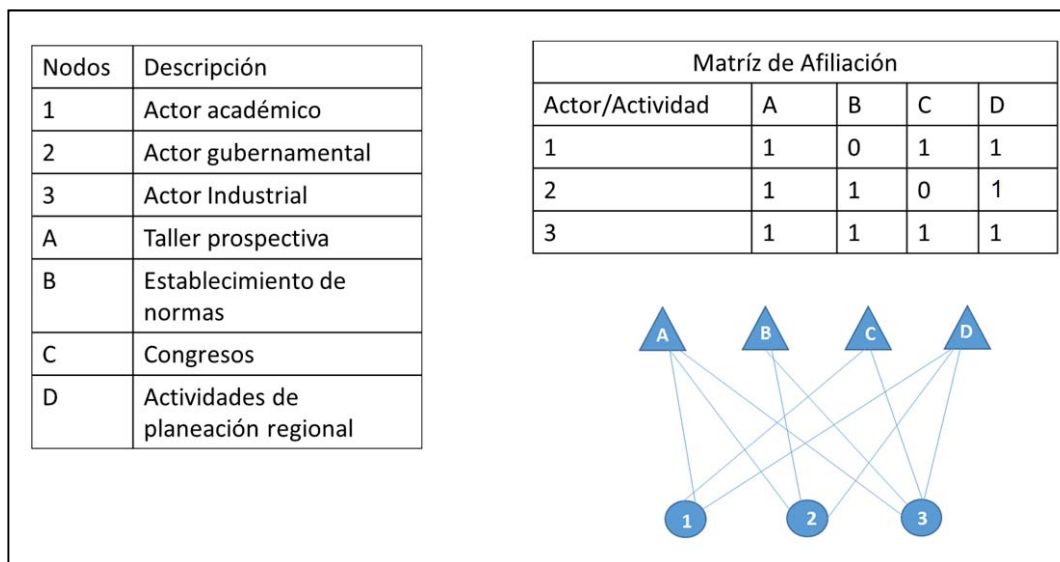


Figura 4.11. Matriz de Afiliación para interconectar actores con mecanismos estratégicos para facilitar la conformación de capital social y su expresión como red.

Red de afiliación para articular oferta y demanda de conocimiento

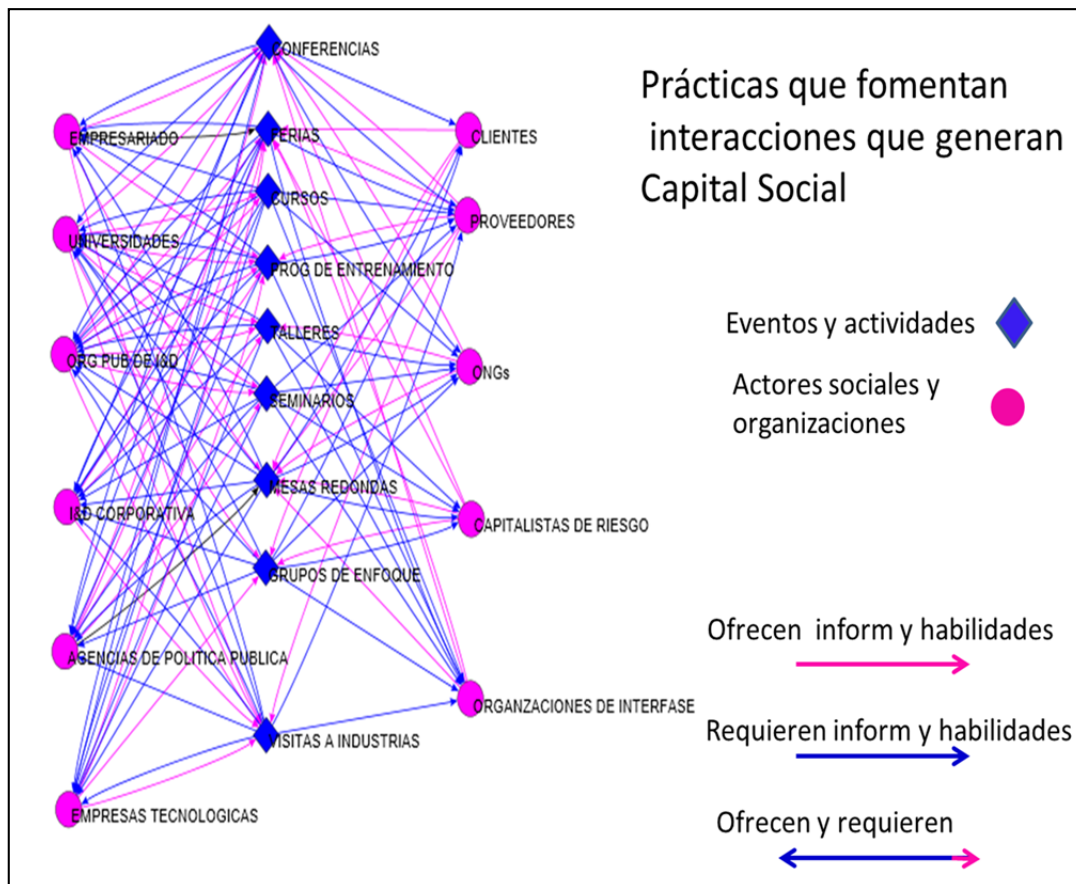


Figura 4.12. Red de afiliación para articular oferta y demanda de conocimiento
Ejemplo de aplicación utilizando software Pajek para ARS.

Ejemplo de Red de factores para potenciar capacidad innovadora a nivel local

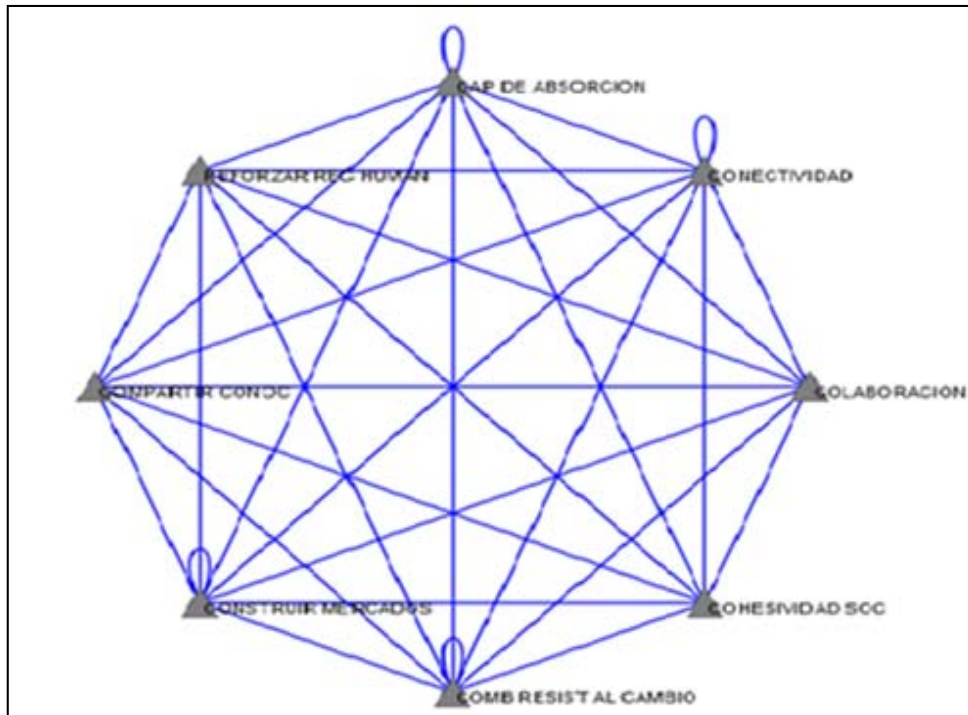


Figura 4.13. Red de factores para potenciar capacidad innovadora a nivel local
Ejemplo de aplicación utilizando software Pajek.

Dependiendo de la presencia o ausencia de los factores y sus interconexiones, la capacidad innovadora local se verá afectada.

Visualización de la Inteligencia colectiva local

La doble estructura que conforma la inteligencia colectiva local ha de estar sintonizada, como se ilustra en la Figura 4.14. Esta doble dimensión puede ser visualizada y analizada mediante la elaboración de una red de afiliación, como se muestra abajo.

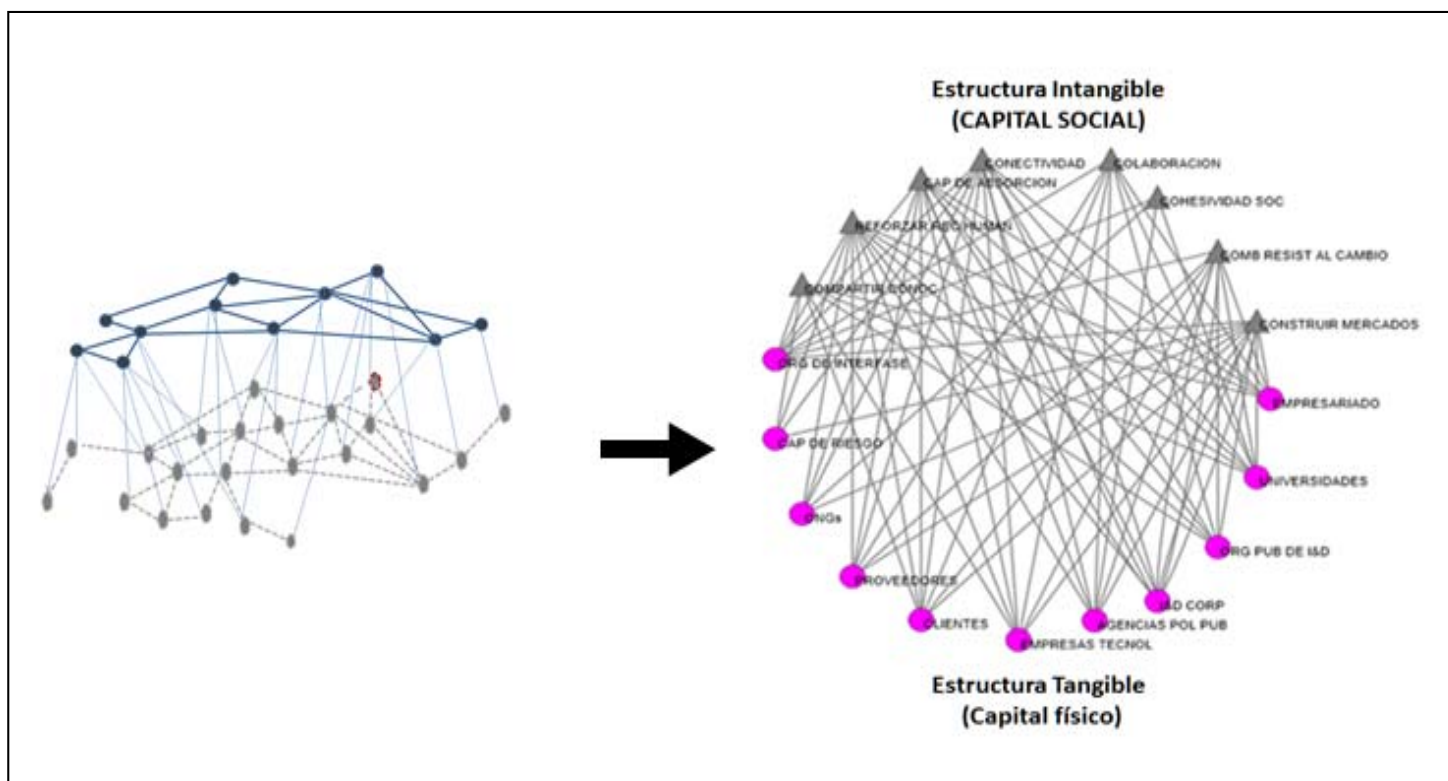


Figura 4.14 . Red de afiliación para visualizar la doble estructura que conforma la inteligencia colectiva local
Ejemplo de aplicación de software para ARS Pajek.

4.2.7. Síntesis de la modelación desde la perspectiva de redes

Para potenciar el flujo de conocimiento y la capacidad de absorción tecnológica local, la tarea será impulsar el proceso de actividades colaborativas, conducente a potenciar la auto-organización del capital social requerido. De esta manera, el sistema (y por tanto, las redes de relaciones que le dan vida), entrará en fases progresivas de transición (*atractores deseables*), hacia el Borde del Caos.

Desde la perspectiva de la conformación de capital social productivo, este puede considerarse como un proceso de *auto-organización de redes*, que se expresa en un conjunto de actividades colaborativas. El grado de eficiencia para que fluya el conocimiento dependerá de ciertas propiedades de la red que conviene conocer, para la intervención. Para que ocurran tales actividades colaborativas y se consolide como capital social local es necesario que las redes tengan un carácter perdurable, - que sean cohesionadas -, de manera que se genere el indispensable clima de confianza, capacidad de comunicación, credibilidad, compromiso, sentido compartido de futuro, etc. entre los concurrentes de las diversas esferas de productivas que así, irán aprendiendo una nueva cultura de colaboración. Cuando no existen redes cohesionadas, hay que inducir las. Para ello, se pueden aprovechar o generar estratégicamente ciertos enlaces “puente”, para intermediar la intervención pública en la inducción de redes.

En concordancia con el enfoque de sistemas complejos, las intervenciones iniciales por fases, digamos “pequeñas” (pero con visión integral, de largo plazo) para conformar “redes semilla”, pueden generar la creación en el tiempo, de redes cada vez más complejas, conforme se vaya pasando a niveles de estado de desarrollo superiores y entrar en nuevas fases de transición, produciendo cambios en la composición, atributos y propiedades en el tiempo, con efectos “amplificadores”, dentro de una *dinámica de redes estocásticas*.

Como se ha visto, el ARS toma como punto de inicio la premisa de que la vida social es creada primariamente y más importantemente, por relaciones y los patrones formados por tales relaciones. De aquí que en el estudio de los sistemas sociales esta sea una cuestión central. La dimensión creativa de la vida social asociada con la innovación, no podría entenderse sin tomar en cuenta los patrones de relaciones e interdependencias. En los sistemas de innovación locales operan múltiples redes, a través de las cuales se produce y se intercambia el conocimiento. Su estudio a través del Análisis de Redes Sociales aparece así como una buena opción para facilitar su visualización y para abrir vías de profundización en ciertos aspectos estructurales, funcionales y dinámicos, que de otra manera resultarían difíciles de comprender. Éstos, de ser pasados por alto, podrían conducir a tomar decisiones erróneas en la intervención pública.

Un punto tomar en cuenta en la estrategia adaptable, es que la auto-organización de redes involucra un entre-juego continuo entre dos conjuntos de factores: los recursos de la red y las limitaciones y factores centrales. Tomados juntos, estos factores comprenden lo que podría llamarse una “visión de la red basada en recursos. Esto quiere decir que los determinantes primarios para el éxito de la red de innovación van más allá de las fuerzas externas (como son los mercados, la estructura industrial, la rivalidad intra-industrial), para incluir un conjunto de recursos y capacidades adheridas y difíciles de imitar, que se ubican precisamente en la dimensión socio-cultural. Es aquí donde la estrategia ha de prestar atención, sobre todo en situaciones de bajo desempeño innovador, asociadas con la desvinculación.

Para complementar esta síntesis, la Tabla 4.5 presenta un ejercicio de “traducción” de nuestro concepto en términos de redes, de complejidad y de vinculación

	1 Fase Inicial Cerca del Equilibrio (Desvinculación)	2 Fase de Transición Intermediación / Puenteo (Aprendiendo a Vincularse)	3 Fase de Amplificación Al Borde del Caos (Vinculación)
REDES	Tipos de Redes Diadas, triadas, redes ego Redes homogéneas dispersas, parceladas, desestructuradas, no cohesionadas Agujeros estructurales Centralidad de poder	Tipo de Redes Red Ego, generación de Clique (red descentralizada, cohesionada) (Red Semilla) Centralidad de intermedicación, puenteo	Tipo de Redes Redes Estocásticas Red de Redes heterogéneas Colaborativas Redes de Mundo Pequeño Enlaces fuertes y débiles dinámica de cohesividad en aumento ; Resiliencia Cliques, Propiedades de la red
COMPLEJIDAD	Nivel de Estado Inicial (inferior) Estancamiento en cuencas de atracción inerciales con fuerte <i>path</i> <i>dependence</i> . Paisaje de Aptitud plano <i>Inercia</i>	Avanzar hacia Punto Crítico Paisaje de Aptitud más rugoso Aparecen atractores deseables <i>Transición</i>	Nivel de Estado Superior Autoorganización Emergencia Cohesividad; Resiliencia Punto Crítico; Bifurcación Estructuras disipativas Paisaje de Aptitud con Picos <i>Sinergias</i>
VINCULACION	Falla Sistémica: desestructuración y disfuncionalidad por desvinculación Detección de Factores inhibidores: • Incomunicación • Conversaciones y lenguajes distintos • Desconfianza mutua • Falta de motivación	Activación de Factores Facilitadores /convertidores: • Aprendizaje • Comunicación • Lenguaje común • Clima de Confianza	Potenciar Vinculación de sistemas de innovación; Capacidad Innovadora Local (milieux innovadores) Visión de futuro compartida Actividades Colaborativas (Capital Social) Uso eficiente de Conocimiento

Tabla 4.5. "Traducción" de nuestro Concepto a Redes Sociales., complejidad y vinculación

La desvinculación, en términos de redes, expresa una *falta de cohesión* en las redes de conocimiento -colaborativas (capital social) que operan en los sistemas locales de innovación. La conformación de redes colaborativas como elemento cohesionador -, es clave para servir la función de vinculación del sistema de innovación. Cuando el capital social productivo no existe o es precario, las redes del sistema aparecen desarticuladas, como islotes, con muchos agujeros estructurales dentro y entre ellas. Están poco cohesionadas. Dicha situación, en el fondo se traduce en una falla sistémica, porque afecta el flujo continuo de conocimiento en el sector productivo local, regional y nacional. La estrategia de política adaptable desde la perspectiva de la dinámica de redes sociales (DRS) sería “tender puentes” para inducir la conformación de redes heterogéneas colaborativas estocásticas, para “movilizar” el sistema hacia el “Borde del Caos”, a la vez que se propiciaría una dinámica de conformación de bucles de retroalimentación, para nutrir las adaptaciones estratégicas adecuadas, conforme se avance en el tiempo (Figura 4.15).

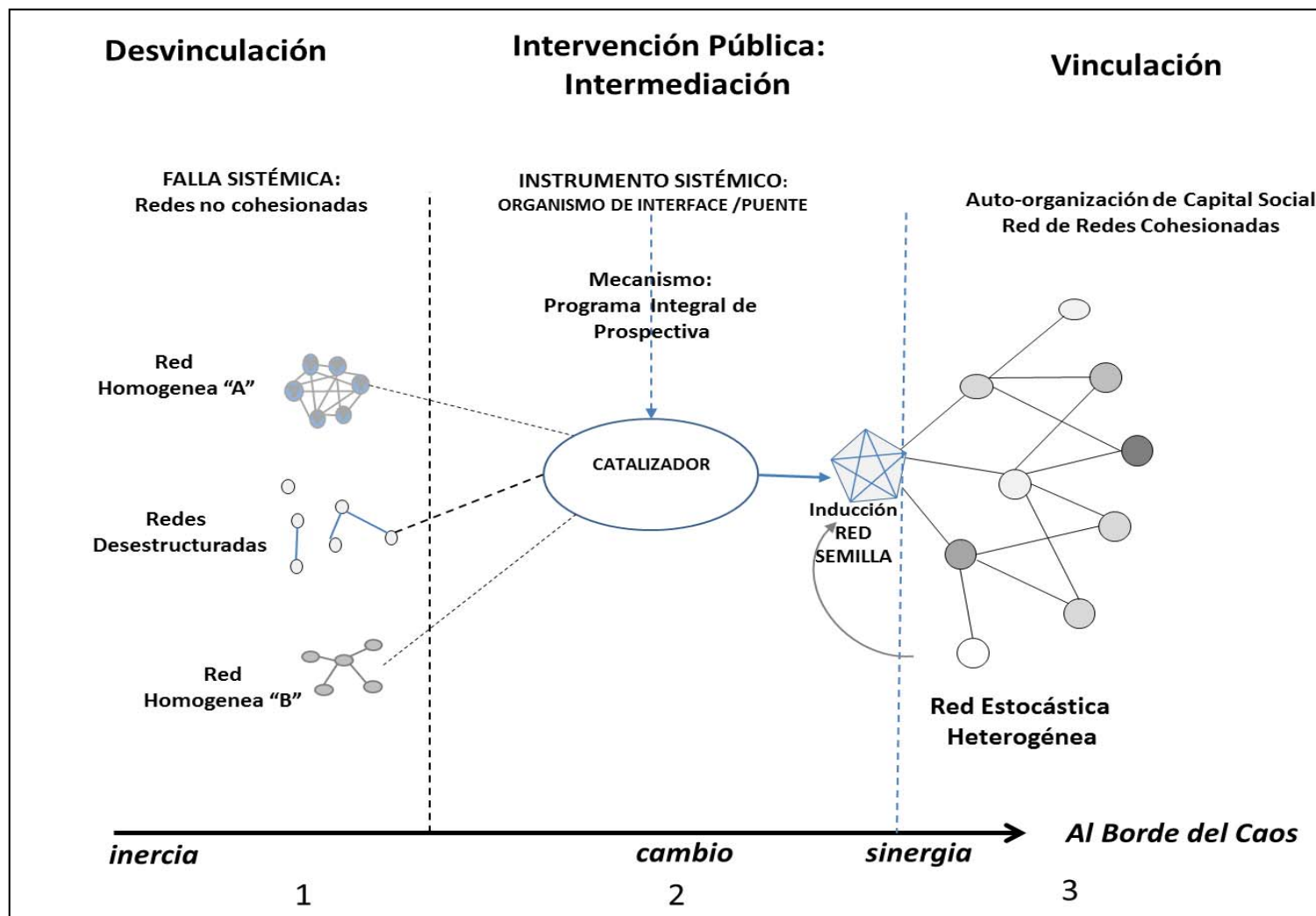


Figura 4.15.. Estrategia Adaptable – perspectiva de dinámica de redes sociales.

Explicación de esta Figura

1. *Nivel de estado inicial* de desvinculación local, en el contexto de las RIMr. Se caracteriza por la presencia de redes desestructuradas: diadas o triadas y algunas redes incipientes homogéneas de carácter sectorial (comunidades de práctica académicas o industriales que no se comunican, etc.) desconectadas, poco cohesionadas dentro o entre sí. Aunque pueden existir algunos organismos de interface con buenas intenciones de vinculación academia – industria, por lo común sus acciones y mecanismos no obedecen a una visión estratégica integral, sino que se enmarcan dentro de un esquema lineal, limitándose a coadyuvar en la solución de problemas puntuales relacionados con la transferencia de tecnología, incubación de empresas, etc. Si bien esta forma de intermediación tiene su utilidad y su valor, es limitada e ineficiente en términos de desarrollo basado en conocimiento. No está orientada a resolver la falla sistémica de fondo, que es la falta de cohesión social para la producción tecno-industrial.

2. Ocurre la intervención estratégica. Esta está enmarcada en un *enfoque de política adaptable, no lineal*. Consistente con este enfoque, se diseñan *instrumentos sistémicos adaptables* de intermediación, para tender puentes y potenciar la formación de redes heterogéneas. Su papel catalizador o facilitador se ilustra con el diseño e implementación de mecanismos “inductores”, como la utilización de programas sustentados en la Nueva Prospectiva Sistémica. A través de este tipo de programas se busca generar una “red semilla” de líderes de opinión de las distintas esferas de actividad, con dos objetivos centrales: por un lado, establecer un grupo de trabajo interdisciplinario para tratar asuntos relevantes con respecto a la reactivación tecno-industrial local, por ejemplo un diagnóstico tipo FODA de las capacidades locales, etc.

3. El segundo objetivo estratégico –más importante –, es generar y sostener esa nueva *red semilla*. La idea es potenciar a través de ella una cultura de

aprendizaje sostenible en el tiempo, para consolidarla, generar un clima de confianza, lenguaje común y visión de sentido compartido, y dotarla de herramientas para buscar un efecto multiplicador. A partir de aquí se podrán activar mecanismos de comunicación y colaboración para potenciar la auto-organización amplificada de redes estocásticas heterogéneas de colaboración (capital social) y/o redes de mundo pequeño.

Cabe recordar que a la par de fomentar el capital social, es necesario considerar el desarrollo de su contraparte tangible de manera sintonizada, para que pueda operar debidamente *la inteligencia colectiva* de la localidad.

Dentro de esta dinámica adaptable, con el tiempo las propias redes deseablemente retroalimentarán nuevos procesos de prospección, conforme se vaya pasando a niveles de estado superiores, para reajustarse a la realidad y complejidad cambiantes. Así, la falla sistémica inicial de desvinculación se irá subsanando en tanto que se reforzará la cohesividad y resiliencia del sistema.

CAPITULO 5

REFLEXIONES Y CONCLUSIONES

5.1. SINTESIS GENERALI

Entre los problemas de desarrollo industrial que enfrentan muchos países tecnológicamente rezagados (o en estado de *pre-catching up*), como México, está el de la disparidad, desestructuración y disfuncionalidad de los sistemas de innovación en muchas de sus regiones industriales metropolitanas (RIM). Este problema es expresado en buena medida, por diferentes grados de desvinculación prevaleciente entre las esferas locales de actividad productiva - académica, industrial y gubernamental -. Se trata de *una falla sistémica* de carácter histórico (*path dependence*), que viene afectando negativamente las posibilidades de hacer un uso eficiente de conocimiento en los procesos locales de reconversión tecno-industrial y, por lo tanto, al crecimiento económico y desarrollo local.

Aquí hemos destacado que la vinculación es un proceso que contiene un fuerte elemento socio-cultural, idiosincrático. Denota capacidad y habilidad de colaboración social, sustentada entre otras cosas, en la credibilidad y confianza mutua, el respeto y sentido de compromiso, la comunicación intra- e intersectorial, y un sentido de futuro compartido, entre otras cosas. Factores todos inherentes a la auto-organización de *capital social productivo* - o *conformación de redes colaborativas de conocimiento/aprendizaje* -, para potenciar el intercambio de diversos tipos de conocimiento requeridos por la innovación.

Si bien nuestro modelo plantea la acción concertada academia – industria-gobierno, deja ver también que en contextos de rezago, el Estado ha de jugar un papel proactivo, como facilitador o catalizador, para potenciar el cambio desde abajo, hacia una cultura de producción colaborativa, tipo Triple Hélice. De esta manera, hemos planteado aquí, se incrementarán las

probabilidades de que ocurra la revitalización tecno-industrial en las regiones industriales metropolitanas rezagadas, caracterizadas por un bajo desempeño innovador.

El modelo sustenta un tipo de intervención pública indirecta, de carácter adaptable, con sentido estratégico de largo plazo. Apunta hacia la corrección de la falla sistémica de desvinculación desde su raíz socio-cultural. Consistente con el enfoque de la complejidad, se destaca el carácter facilitador más que controlador de la intervención pública adaptable, y la importancia del diseño de instrumentos y mecanismos sistémicos indirectos a través de la intermediación. La tarea es la inducción y propiciar la auto-organización de redes de conocimiento funcionalmente estructuradas, dentro de una dinámica orientada a potenciar la cohesión de los sistemas de innovación.

Por otra parte, el modelo busca poner sobre la mesa la idea de que la intervención pública adaptable e integral, en contextos de rezago es, en sí misma, un factor crucial de desarrollo. La gestión pública, al integrarse ella misma a la ecuación como elemento catalizador, aprende también a vincularse, al potenciar no sólo la capacidad de su sociedad para resolver sus propios problemas tecno-industriales básicos -cara a cara y día con día-, sino que ofrece también una nueva percepción política y social más evolucionada. Se articula y adquiere con su colectividad, un sentido de futuro compartido, al darse la oportunidad de desarrollar sus propias potencialidades colectivas.

En este tenor, a través de nuestro modelo, aprender a vincularse para funcionar orgánicamente como colectividad heterogénea, se vislumbra aquí como un primer *nivel de estado* deseable en el camino hacia el incremento de la capacidad innovadora local, dentro de una visión estratégica de largo plazo. Este primer paso es considerado aquí como *precondición* para

potenciar la eventual emergencia de sistemas efectivos de innovación y *milieux* creativos (*atractores* deseables). Visto así, podemos considerar que la intervención pública para potenciar la creación sostenida de capital social productivo – o redes colaborativas –, al catalizar el intercambio de conocimiento, incrementará las probabilidades del sistema productivo – o de innovación industrial –, de pasar a *niveles superiores de aptitud sistémica*. Es decir, conducente a una dinámica de *transiciones de fase*, y estados de desarrollo superior, más hacia al *borde del caos*. O sea, más innovador. En esta visión, la implementación intermediada de políticas públicas no lineales, en sí misma, orientada a potenciar la auto-organización progresiva de capital social pertinente, puede considerarse como un paso evolutivo del quehacer político, y un recurso local que conferirá *ventaja colaborativa* a la RIM, por vía de la generación de un sistema de redes colaborativas de la cual es parte, dentro de una dinámica de aprendizaje colectivo.

A lo largo de nuestro emprendimiento en la modelación, uno de los desafíos era no sólo presentar, de manera simplificada, la dinámica compleja de la vinculación – para facilitar la comprensión de nuestro modelo –, sino llegar hasta su nivel operativo de manera amigable, para potenciar su aplicabilidad. Con esto en mente, consistente con el método de Microanálisis Sintético y el apoyo de la Ilustración Científica, se fue desarrollado nuestro modelo. Éste consta de un Marco de Referencia, un Modelo Conceptual basado en el método de Dinámica de Sistemas Complejos, y una Opción Instrumental basada en el Análisis de Redes Sociales y Dinámica de Redes Sociales (ARS/DRS), como guía para la intervención pública local adaptable.

5.1.1. Términos de referencia

La idea de este trabajo ha sido apoyar la toma de decisiones desde lo local para la reestructuración industrial y mejorar así la efectividad de la intervención pública. El estudio se guió por los siguientes términos de referencia o supuestos de investigación:

- El problema central es el *flujo de conocimiento*, afectado por la situación de desvinculación ciencia-industria-gobierno, expresada como precariedad de capital social productivo.
- La capacidad innovadora deriva de la capacidad y habilidad social para intercambiar oportunamente el conocimiento requerido.
- En situación de rezago tecno-industrial, la intervención pública es crucial para detonar el cambio socio-cultural contextualizado.
- El papel del gobierno es el de facilitador (o catalizador). Un instrumento de política clave en este contexto es el de la figura de intermediación.
- El proceso de conformación de sistemas de innovación ocurre dentro de una red de circuitos de retroalimentación, que hay que atender para bajar el nivel de incertidumbre, generar sinergias y favorecer la emergencia de las fases de transición deseadas.
- La inducción de sistemas de aprendizaje para la vinculación es precondition para potenciar la capacidad innovadora, teniendo como *atractores* la conformación de *milieux* innovadores y sistemas de innovación funcionales.

La Tabla 5.1 sintetiza nuestro modelo, con sus elementos y características más importantes, en los tres niveles analíticos que lo conforman (micro, meso y macro). Esta tabla presenta tanto el aspecto conceptual como el operativo, y tiene dos lecturas, una en horizontal y otra en vertical, para interconectar sus tres niveles.

Modelo de Política Adaptativa No Lineal para Vinculación Local Academia – Industria - Gobierno - Fase Inicial				
CONCEPTUALIZACIÓN		Nivel Macro	Nivel Meso	Nivel Micro
	Objetivos Estratégicos	Corregir falla sistémica: Cohesividad de Sistemas de Innovación Reposicionamiento positivo tecno-industrial Desarrollo [socio-económico] basado en conocimiento	Uso eficiente del conocimiento Generar sinergias	Potenciar capacidades colaborativas (Conformación de Capital Social)
	Atractores deseables	Sistemas bien estructurados y funcionales (milieux innovadores)	Capacidad de Absorción Tecnológica sostenible	Capital Social Calificado / Inteligencia Colectiva Redes adaptativas
	Nivel de Intervención	Intersecretarial	Programas sistémicos	Instrumentos sistémicos
	Alcance de la Intervención	Nacional	Estatal	Extensión de la diada respecto a injerencia de administración pública LOCAL
	Actores	Instituciones: legislación, marcos regulatorios, política de I+D, educativa, de industria y Comercio, Financiera, Laboral, etc.	Organismos de I+D públicos y privados, asociaciones, empresas, universidades, otros intermediarios /interfaces, organismos de apoyo, etc.	Sociedad: empresarios, científicos, tecnólogos, ingenieros, técnicos, funcionarios, servidores públicos, consultores, clientes, estudiantes, comerciantes, etc.
	Contextos	Transaccional: Política Nacional de Innovación	Transaccional: Programas Regionales	Ambiente operativo inmediato - milieu
OPERACIONALIZACIÓN	ENFOQUE DE REDES	Cohesividad de la red (o sea, sistema vinculado)	Centralidad Fuerza del vínculo Agujeros estructurales	Microrredes, Diadas, redes ego, red de redes Enlaces fuertes, enlaces débiles, puenteo, agujeros estructurales Redes de mundo pequeño
	HERRAMIENTA DE ARS SUGERIDA	RED RELACIONAL para visualizar integración de políticas públicas	RED DE AFILIACIÓN para visualizar interconexión de estructuras y factores -convertidores inductores/bloqueadores	-RED SOCIAL para visualizar arquitectura de red deseable (y en su momento, red actual y cambios progresivos en el tiempo), con enlaces débiles para implementar intermediación (instrumento sistémico) y visualizar cambios en enlaces fuertes, débiles, centralidad, cohesión, sinergias, redes de mundo pequeño, etc. - MICRO-REDES INTRADIÁDICAS DE AFILIACIÓN para conectar acciones /mecanismos con objetivos de política estratégicos (BP).

Tabla 5.1. Modelo de Apoyo a la Política Adaptable No Lineal para Vinculación Local AIG en Fase Inicial

5.2. REFLEXIONES FINALES

196196197El enfoque de sistemas complejos, con toda su riqueza teórica, conceptual y metodológica -, ha venido a ofrecer una nueva manera de pensar y abordar problemas en las ciencias sociales, con mayor minuciosidad y rigor. Uno de los desafíos personales de este proyecto ha sido aprender y tratar de probar este nuevo enfoque a la Sociología, aplicándolo a un viejo problema de política de innovación, la vinculación academia – industria – gobierno a nivel local. Tratar de simplificar la complejidad social es un asunto complejo por sí mismo. Mi proceso de aprendizaje a lo largo del proyecto ha requerido un esfuerzo continuo de trabajo que, no por arduo, ha dejado de ser fascinante. El modelo resultante – con todo lo que le quede por ser mejorado -, podemos decir que contiene elementos y características básicas importantes, como la congruencia y la consistencia. Es lo suficientemente comprensible y amigable como para servir de apoyo a quienes busquen trabajar en la formulación de políticas adaptables de vinculación, no triviales, desde sus aspectos teórico-conceptuales y metodológicos, hasta su nivel operativo. En lo que sigue se hacen algunas reflexiones sobre las características más importantes de este trabajo.

5.2.1. *Sobre la importancia de la Interdisciplina*

Sustentar y dar solidez a propuestas de apoyo a políticas adaptables implica un esfuerzo de integración teórico-conceptual que permita enriquecer el análisis y avanzar en la comprensión de la complejidad social. La interdisciplina, la apertura mental y la sistematización han de conjugarse en favor de la congruencia y la consistencia, y por supuesto, en favor de la comprensión profunda de los problemas, para mínimamente poder acercarse a la verosimilitud que todo modelo ha de tener. En este trabajo como puede verse en la variedad de teorías de apoyo y la bibliografía que lo sustentan, este aspecto ha sido muy cuidado.

5.2.2. Sobre la importancia de integrar la dimensión socio-cultural

La integración socio-cultural en el modelo ha sido el hilo conductor para recorrer los laberintos de la vinculación. Habiéndola planteado como un proceso de aprendizaje colectivo, inherente al proceso de innovación, nos ha permitido introducir en el esquema aquellos factores socio-culturales del entorno (convertidores o variables interdependientes) - como la confianza, comunicación, credibilidad y sentido de futuro compartido -, que afectan los patrones de comportamiento social. A partir de ellos hemos tratado de construir el entendimiento sobre la capacidad local para establecer aquellos vínculos que permitan hacer un uso eficiente del conocimiento, requerido por la innovación. El proceso de conformación de redes colaborativas pasó así a ser el centro de interés estratégico, al quedar interconectado con el intercambio de conocimiento y con la creación de la capacidad de absorción tecnológica local. La introducción de estos razonamientos dentro de un modelo de intervención pública adquiere importancia cuando se trata de enfrentar problemas que tienen un alto contenido social, como es el de la desvinculación en países en desarrollo.

5.2.3. Sobre la intervención pública no lineal y sus Instrumentos

La emergencia de sistemas de innovación funcionales en países en desarrollo hoy día, no ocurren espontáneamente. Bajo condiciones de rezago, la intervención pública – una de carácter facilitador -, es ineludible y ha de orientarse a romper, como primer objetivo, las inercias socio-culturales que inciden negativamente en el crecimiento tecno-económico, para generar sinergias conducentes a incrementar la capacidad innovadora, la revitalización tecno-industrial y el desarrollo basado en conocimiento. Integrar consistente y coherentemente procesos conducentes al cambio, dentro de una visión integral, sistémica y sostenible es el desafío. Como resultado de la intervención pública no lineal, a medida que se vaya avanzando en el proceso de aprendizaje colectivo - de auto-organización de

redes colaborativas-, es de esperarse que la falla sistémica de la desvinculación se vaya corrigiendo progresivamente. Conforme el sistema vaya ganando en cohesión y resiliencia, es probable que se exprese un aumento en la capacidad de absorción tecnológica local. Todo esto, dentro de una dinámica de retroalimentación en espiral, conducente hacia niveles de estado superiores de los sistemas de innovación - próximos *al borde del caos* -, *teniendo como atractores deseables* la capacidad innovadora local (o *milieu* innovador) y la ventaja colaborativa. Por lo anterior, podemos considerar que la integración de la dimensión socio-cultural por vía del enfoque de sistemas complejos muestra la importancia de considerar la no linealidad para el diseño de políticas no triviales y comprometidas a fondo con el desarrollo. De esta manera, consideramos que el modelo se apega a los objetivos planteados al principio.

Un resultado importante de este trabajo es que el modelo permite mostrar los distintos efectos a los que puede conducir la adopción de políticas lineales convencionales, o la de políticas adaptables, no lineales. La visualización en redes y el ARS permite ver fácilmente si los esfuerzos públicos realmente apuntan a corregir fallas sistémicas o no. Relacionado con esto, resalta la importancia de la modelación no lineal y la necesidad de profundizar a futuro, sobre el diseño de *instrumentos sistémicos*, no sólo para favorecer el uso eficiente de conocimiento, como problema de investigación, sino para otros ámbitos y problemas de política pública.

5.2.4. Sobre la Dinámica de Redes Sociales

En nuestro modelo juegan un papel importante las redes sociales. Considerado que la orientación del trabajo tiene un sentido estratégico, es importante señalar que, a lo largo de nuestro emprendimiento, fue quedando claro que entender *el proceso de creación* de redes (*networking*) –o sea, su aspecto dinámico -, es muy importante, como lo es el comprender la estructura de las mismas (*networks*). Aquí, hay que decirlo, nuestra incursión

en la DRS es incipiente, tan sólo se introducen algunos elementos básicos de la dinámica de redes sociales, que sin duda requieren ser ampliados en investigaciones futuras.

5.3. APORTACIONES

- En México la dimensión social ha sido pobremente considerada en la formulación de políticas de innovación, al no contemplar un enfoque holístico, sistémico. En este sentido, el proyecto ha logrado integrar la visión socio-económica mediante el desarrollo de un modelo - basado en el enfoque de sistemas complejos-, de apoyo a la intervención pública, para inducir el cambio hacia el desarrollo basado en conocimiento desde lo local.
- El carácter interdisciplinario y la combinación de los métodos de Dinámica de Sistemas Complejos y Análisis de Redes Sociales en el proceso de modelación se han aprovechado para presentar una manera novedosa de abordar problemas complejos de política, desde su base teórico-conceptual hasta su nivel operativo. Con ello se ha buscado facilitar la comprensión del enfoque y las potencialidades que ofrece la sociocibernética para enriquecer la formulación de políticas públicas no triviales. El modelo no lineal aquí desarrollado es una herramienta para enfrentar problemas estratégicos a fondo. Lo hemos ilustrado con el problema de la desvinculación academia – industria – gobierno a nivel local, bajo condiciones de bajo desempeño innovador.
- Si bien se ha tomado como punto de partida el modelo de Sistemas de Innovación, la función que nos ocupa (la vinculación) tiene consistencia con el modelo de la Triple Hélice para la propuesta estratégica. Se ha cuidado en todo momento la adecuación requerida por los problemas socioculturales propios del mundo en desarrollo, que provocan la falla sistémica y frenan el uso eficiente de conocimiento para la innovación en el nivel local. Para ello se ha incluido la dimensión social bajo la figura de capital social.

- La implementación del modelo bajo forma de redes adaptables complejas ofrece una visualización amigable, tanto de la situación global como de los puntos de inflexión a nivel micro, para la intervención; proporciona así, facilidad analítica en el tiempo y en el espacio. Sugiere el diseño de instrumentos de política sistémicos, como los estudios prospectivos de nueva generación. Está sustentado, por lo tanto, en poderosas herramientas en el proceso de planeación estratégica.
- El proyecto tiene potencial para abrir nuevas líneas de investigación a futuro, desde la perspectiva que ofrece el enfoque de Sistemas Complejos, la Nueva Sociología y la aplicación del nuevo herramental analítico que ofrece la Sociomática. En este trabajo se prueba su potencialidad para aportar elementos teóricos, conceptuales y operativos, integrándolos al desafío de política pública, como es el de potenciar la capacidad innovadora en regiones industriales metropolitanas rezagadas.
- La aplicación del enfoque de Dinámica de Sistemas Complejos para la modelación y formulación de políticas de innovación, es en sí una aportación innovadora en nuestro país. El concepto propuesto puede tener un efecto demostrativo para su aplicación a otros problemas de política muy diversos.

5.4. FUTURAS INVESTIGACIONES

Simplificar la complejidad es un asunto muy complejo. Esto lo hemos aprendido a lo largo de este trabajo, en el que cuestiones importantes o interesantes se han tenido que ir dejando fuera – de momento. De ellas, sin extendernos más en ello, destacamos tres.

- La delimitación, por ejemplo. ¿Es posible enriquecer o acoplar un modelo como el nuestro, con ciertos factores condicionantes, provenientes del contexto externo (transfronterizo, nacional, mundial)?
- Un punto importante, complementario para este trabajo, es ahondar en el estudio de instrumentos sistémicos adaptables –y sus

mecanismos -, para potenciar la innovación en general, y la vinculación en particular, tomando en cuenta la heterogeneidad de estados de desarrollo locales.

- Hacer un estudio comparativo “en reversa”, histórico, aplicando nuestro modelo y descubrir los patrones de comportamiento particulares que puedan asociarse con los niveles de desarrollo o problemas actuales de las localidades.

A N E X O S

ANEXO I

Terminología de la Complejidad Social

Este anexo explica los conceptos que se manejan en este trabajo, provenientes del enfoque de sistemas complejos, para ser consultados en caso necesario. El material se ha organizado por orden alfabético. Cuando así convenga, ahí mismo se explican los conceptos directamente relacionados (por ejemplo en “*Atractores*” se incluyen los conceptos de “*fuerzas conductoras*”, “*disipación*”, “*estado de fase*”, etc.).

Atractores – El *atractor* es un punto de atracción dentro de una función de transformación, hacia el cual se mueve una variable. Los sistemas están sometidos a un conjunto de *fuerzas conductoras* debido a las cuales se está moviendo cada variable, lo cual conduce a su vez a su evolución en el tiempo, de acuerdo a los dictados de la dinámica del sistema. Los sistemas dinámicos al evolucionar en función de ciertas fuerzas conductoras, tienden a ser *disipativos*. De otro modo, cesaría el movimiento.

La disipación y la fuerza conductora tienden a combinarse en lo que se conoce como espacio de fase, para alejarse de las condiciones iniciales - transitorias-, hasta llegar a un momento en que se establece el sistema en su comportamiento típico, como un sistema más evolucionado (o sea, una nueva fase de estado). De aquí que las transiciones de fase sean inherentes a los sistemas adaptables complejos.

Auto-organización - Este concepto - acuñado en la ciencia moderna por Ashby en 1947 -, fue introducido en la cibernética por varios autores como von Foerster (1984), Pask (1996), etc. hasta volverse un concepto asociado primero con la teoría general de sistemas, y progresivamente difundido en el campo de sistemas complejos, sobre todo después de Prigogine en 1977.

La auto-organización significa que emergen patrones y regularidad sin ninguna intervención de un controlador central (Anderson, 1999). La auto-organización se define como *un proceso espontáneo de organización* (no gobernado por ningún sistema o autoridad externa). En este proceso, un todo organizado es creado espontáneamente fuera de la colección desordenada de partes interactuantes. En el contexto social, debe tomarse en cuenta que la auto-organización es un concepto diferente de empoderamiento o de auto-gestión. La auto-organización a menudo requiere empoderamiento, pero no son la misma cosa. El empoderamiento significa otorgar o delegar poder o autoridad a alguien. La auto-gestión se refiere más al desarrollo de destrezas y capacidades personales y a su manera personal de actuar (Heyligen, 1989).

La auto-organización es un concepto central vinculado con la causalidad circular, entre la acción humana y la estructura social (Fuchs, 2004) (Figura A-I.1). A menudo es desencadenado por fluctuaciones aleatorias que son amplificadas por bucles de retroalimentación positiva.

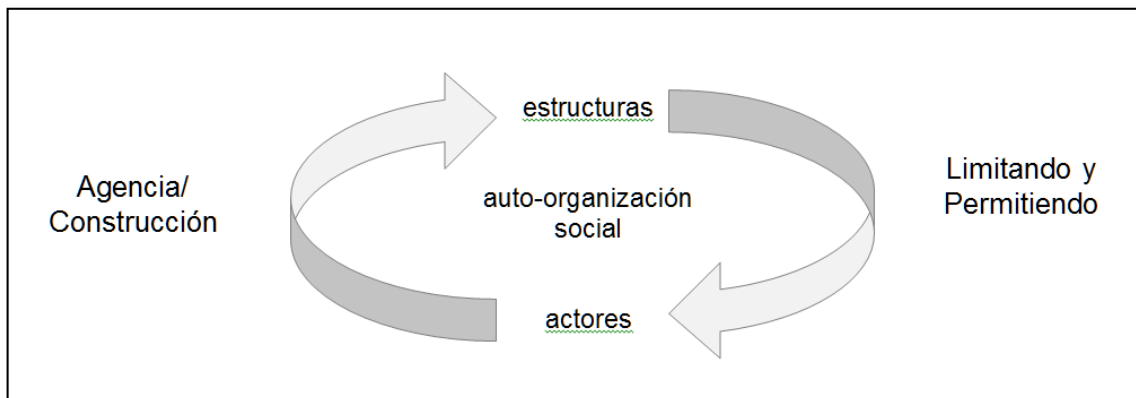


Figura A-I.1. Auto-organización Social
Fuente Fuchs, 2004.

La organización resultante es totalmente descentralizada o distribuida sobre todos los componentes del sistema. Como tal, es típicamente muy robusta, y capaz de sobrevivir y auto-reparar daño o perturbaciones substanciales. Esto está asociado con el concepto de resiliencia. La auto-organización ocurre en una variedad de sistemas físicos, químicos, biológico, sociales y cognitivos. Se trata de un proceso donde alguna forma de orden global o coordinación surge de las interacciones locales entre los componentes de un sistema inicialmente desordenado. Este proceso es espontáneo: no es dirigido o controlado por ningún agente o subsistema dentro o fuera del sistema; sin embargo, las leyes seguidas por el proceso y sus condiciones iniciales pueden ser elegidas o causadas por un agente (un detonante o facilitador).

La auto-organización puede ser detectada en un sistema que tiene partes, interacciones, relaciones estructurales, comportamiento, estado y un límite que lo delimita de su ambiente. Los sistemas auto-organizados son sistemas complejos y abiertos. Son abiertos en el sentido de que ellos importan energía (por ejemplo, información) que es transformada dentro del sistema, y como resultado se exporta energía (Fuchs (2004). Una relación cercana entre auto-organización y sistemas complejos puede verse también en Clippinger (1999)

Holland (1995) distingue cuatro propiedades y tres mecanismos que son comunes a todos los sistemas auto-organizados. Las propiedades son: *agregación*, *no-linealidad*, *flujos* y *diversidad*. Los mecanismos son: *etiquetado*, *modelos internos* y *construcción de bloques*.

Autopoiesis. Un sistema autopoietico es definido como una red de componentes interrelacionados produciendo procesos tales que los componentes en interacción generan la misma red que los produjo a ellos (Maturana y Varela, 1974. El sociólogo alemán Niklas Luhmann (1997) elaboró una *teoría de la transferencia*, y definió a los sistemas sociales como consistentes de comunicaciones que van constituyendo redes autopoieticas, más que de individuos, roles o acciones.

Los sistemas autopoieticos según Luhmann (1997) son producto de una reflexión interdisciplinaria sobre los exitosos desarrollos de otras disciplinas. La aplicación del concepto de autopoiesis a los

sistemas sociales implica que el carácter *autorreferencial* de estos sistemas no se restringe al plano de sus estructuras sino que incluyen sus elementos y sus componentes. Es decir, que él mismo construye los elementos de los que consiste. La intención de Luhmann es buscar equivalentes funcionales a la integración normativa para dar solución al problema que afecta la auto-organización y la autoproducción de las sociedades en contextos de contingencia y riesgo. En ese sentido introduce el nuevo paradigma autopoietico constituido en torno a la distinción entre sistema y entorno como condición de posibilidad para el sostenimiento del límite, el cual permite las operaciones autorreferenciales.

Auto-referencia. Tiene tres significados:

a) *Significado simple*, neutral, implica que el cambio en el estado del sistema en un momento dado sigue de su estado en el momento previo.

b) *Significado biológico*, requiere sentidos y una memoria; quiere decir que un sistema contiene información y conocimiento sobre sí mismo, por ejemplo sobre su propio estado, estructura y procesos.

c) *Significado de causalidad circular*, significa que un individuo o sistema social exhibe auto-observación, auto-reflexión y un grado de libertad de acción. Así, puede coleccionar información sobre su propio funcionamiento, lo cual a su vez, puede influenciar dicho funcionamiento (afecta y es afectado). Siendo un concepto derivado de la cibernética de primer orden, la causalidad circular está presente en todas las formas de auto-referencia. La acumulación de conocimiento conduce a la utilización de ese conocimiento; la utilización del conocimiento tanto por los investigadores como por sus objetos de investigación, puede invalidar ese conocimiento y generar otro nuevo, etc. (Geyer, 1994).

Auto-control. Puesto que los seres y grupos humanos son en buena medida auto-controlables, los esfuerzos jerárquicos de arriba-hacia-abajo suelen fallar. De ahí que los científicos sociales orientados por el enfoque cibernético, estén llegando a la conclusión de que el conocimiento útil no debe aplicarse para controlar o prescribir el comportamiento de los sistemas sociales o individuales, sino más bien *tratar de mejorar la competencia de los actores a nivel de sus raíces, para controlarse a sí mismos*. El control en sentido cibernético, no implica necesariamente jerarquía sino dirección (Geyer, 1994).

Borde del Caos es un concepto no muy bien definido, acuñado por Christopher Langton en 1990. Suele usarse como una metáfora para referirse a esa región de más alta complejidad y más baja estabilidad, en la que operan los sistemas biológicos, físicos, económicos y sociales, entre orden y desorden, estabilidad e inestabilidad, regularidad - irregularidad, organización y caos. Es decir, marca el límite entre orden y caos. Describe en general, un punto de transición en el comportamiento del sistema, en donde por un lado es estable y por el otro, inestable. Se dice que el borde del caos es el punto donde ocurren las cosas más interesantes, incluida la innovación. El borde del caos puede explicarse pues, como *un punto crítico auto-organizado (o criticalidad auto-organizada), o transición de fase* (Lara Rosano, 2011).

El *punto crítico* es un punto de alta complejidad porque combina estabilidad e inestabilidad: *el sistema evoluciona auto-organizadamente* hacia un cierto estado (el cual

incrementa estabilidad, certidumbre y previsibilidad), hasta que llega momento en que en estos estados se incrementa la inestabilidad, la incertidumbre y la imprevisibilidad. Según esto, *el punto crítico* es entonces un estado “meta-estable” y complejo, caracterizado por inestabilidad en estabilidad, incertidumbre en certidumbre, o impredecible en predecible (por ejemplo, la *destrucción creativa* de Schumpeter).

Transición de Fase -Aquí *el borde del caos* es el punto general de complejidad más alta entre el orden y el desorden, o regularidad y caos. Define una pequeña región con la complejidad más alta entre el orden (estabilidad, no cambio o cambio periódico, estructuras fijas o rígidas, demasiado estáticas) y caos (inestabilidad, cambio constante o aperiódico; no hay estructuras rígidas o fijas, demasiado ruidosas). La evolución en este punto, al borde del caos, produce naturalmente las estructuras más complejas en sistemas adaptables, porque la complejidad en el ambiente alcanza aquí su pico. Los sistemas complejos funcionan al borde del caos.

En los sistemas adaptables, a medida que se avanza de la fase ordenada, unificada a la fase desordenada, diversa, caótica, se alcanza un *punto de transición de fase* compleja entre la unidad y la diversidad, que puede ser caracterizada como unidad en diversidad (y viceversa). En la Tabla A-I.1 se sintetizan las diferencias entre *punto crítico* y *transiciones de fase*.

	Punto Crítico (<u>Criticalidad</u> Auto-Organizada)	Transiciones de Fase
Diferencias	Describe un punto y un estado en el que evoluciona el sistema, donde todo el sistema está evolucionando <u>hacia</u> el borde del caos	Describe un punto y lugar en un ambiente donde otros sistemas pueden evolucionar, donde los sistemas están evolucionando <u>en</u> el borde del caos
Tienen en común	<ul style="list-style-type: none">• El comportamiento del sistema puede cambiar abruptamente en el punto crítico• Es el punto de más alta complejidad: ni un sistema diverso extremadamente desordenado, ni un sistema unificado extremadamente ordenado. La complejidad alcanza su pico entre el orden y el desorden: como inestabilidad dentro de la estabilidad y, en general, como diversidad dentro de la unidad• Balance delicado entre dos fuerzas opuestas complementarias, por ejemplo una fuerza organizadora y reguladora, y una aleatoria o caótica; o una fuerza que se expansiva y otra contractiva; o una fuerza atrayente y una repulsiva.• Sistema cerca de un punto con dependencia sensible a las condiciones iniciales (ver ejemplo animado en: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Double-compound-pendulum.gif)• Un pequeño paso ("sobre el borde") puede tener un efecto grande y dramático (efecto mariposa) o casi ningún efecto.• El comportamiento macroscópico de tal sistema puede cambiar dramáticamente como resultado de pequeños cambios en las condiciones microscópicas.	

Fuente: Elaboración propia con base en texto de

http://wiki.cas-group.net/index.php?title=Edge_of_Chaos

Tabla A-I.1 Diferencias entre *Punto Crítico* y *Transiciones de Fase*

Bifurcación y sistemas disipativos. Las relaciones no lineales ocurren en sistemas que están *lejos del equilibrio*, donde relativamente pocas entradas [detonantes] pueden provocar consecuencias masivas. Son estos “momentos revolucionarios”, influidos por el azar (o por la inducción de ciertos detonantes), que van marcando *puntos de bifurcación* en donde la dirección del cambio no se puede predecir con certeza: se puede ir hacia la desintegración dentro del caos, o hacia un salto “espontáneo” hacia un nivel superior de orden u organización – llamada por Prigogine “*estructura disipativa*”, porque requiere más energía para sostenerse, comparada con la estructura más simple que reemplaza. Esta idea se muestra en la Figura A-I.2, elaborada por Nicolis y Rouvas-Nicolis (2007):

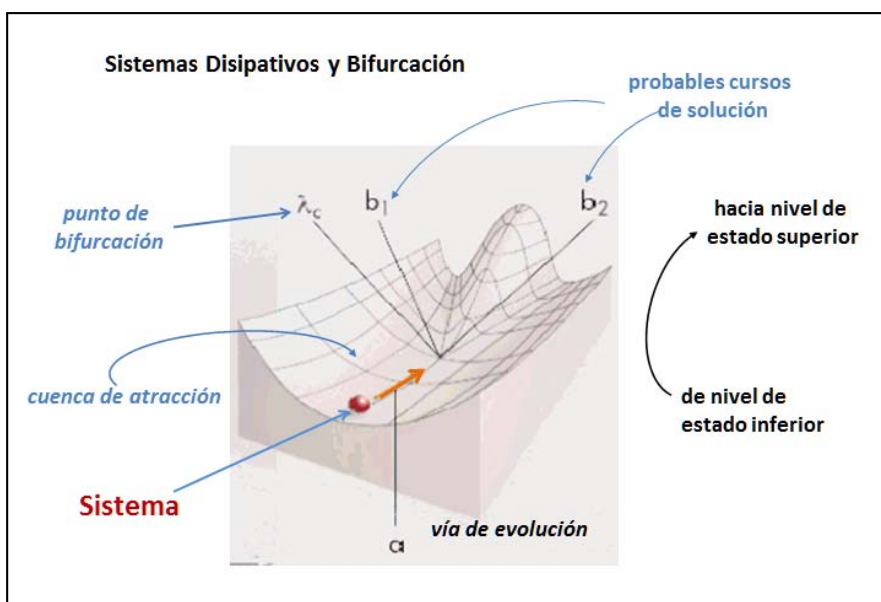


Figura A-I.2 .Adquisición de complejidad como resultado de la bifurcación.
Fuente: Nicolis y Nicolis, (2007). Las anotaciones son mías.

Las sociedades cambiantes actuales, según esto, están generalmente en situación lejos del equilibrio: son sistemas abiertos, complejos, altamente dinámicos e interactivos, y así cambian a tasas aceleradas.

Sistemas Disipativos. Desde el campo de la Química, Prigogine (1977) descubrió que ciertas reacciones químicas no ocurren como cadenas causales mecanicistas, lineales, según el modelo de Newton^{xx}. Él descubre que a partir de ciertas reacciones caóticas, de no equilibrio, se puede romper temporalmente la simetría en el espacio y formar nuevas estructuras ordenadas de otra manera. A este fenómeno de *causalidad circular, orgánica*,

^{xx} Pese al fracaso de muchos pronósticos y fallas en la solución de problemas derivados de la complejización creciente de las sociedades modernas, buena parte de la ciencia social empírica y diseños de política siguen usando todavía el modelo lineal

le llamó *estructuras o sistemas disipativos*. La novedad que aporta Prigogine es que, *lejos del equilibrio*, la materia adquiere propiedades que son completamente nuevas. El nivel de estado “A” del sistema, mediante diversos procesos (factores interactuantes) de retroalimentación que se van interconectando, con el tiempo van alejando del equilibrio al sistema hasta un punto de bifurcación, provocando “la disipación” de dicho nivel de estado, para pasar a un nivel de estado superior “B” (ver Figura A-I.2).

El concepto de *estructura disipativa* encuadra las propiedades que caracterizan los sistemas sometidos a condiciones de no-equilibrio:

- sensibilidad
- flexibilidad
- movimientos coherentes de gran alcance
- posibilidad de estados múltiples
- historicidad de las elecciones adoptadas por los sistemas

En el *no-equilibrio* hay una *no linealidad* de los comportamientos (de la materia, del sistema). El *no equilibrio*, sin embargo, no es sinónimo de desorden. Es otra forma de orden que se expresa en nuevos estados, una riqueza de comportamientos y multiplicidad que no es posible hallar en el equilibrio, porque se introduce el elemento de la historicidad, del tiempo (Prigogine, 1977). Desde esta perspectiva, el equilibrio es sinónimo de muerte, ya no existen fluctuaciones. Al ya no cambiar de estado, deja de tener historia. *De aquí la importancia de entender las fluctuaciones de todo sistema dinámico*. Y de que todos los sistemas sociales son dinámicos, e irreversibles.

Para Prigogine (1977), es la función la que crea la estructura. Las estructuras alejadas del equilibrio, en un sentido evolutivo, están condicionadas por la *irreversibilidad, la probabilidad y la coherencia*. En el determinismo lineal se piensa que si se conocieran todas las condiciones iniciales con exactitud, se podría determinar el resultado también con exactitud. Aquí, el cálculo de probabilidades se asocia a situaciones idealizadas, no representativas de la realidad. Con Prigogine, en cambio, los conceptos de *probabilidad e irreversibilidad* se introducen para analizar la dinámica creativa, co-evolutiva de los fenómenos, de las *estructuras disipativas*, del *no equilibrio*, independientemente de la información que se posea.

Finalmente, hay que decir que la retroalimentación se expresa como *bucles de retroalimentación*, la cual puede ser *positiva* (amplificadora de la desviación) y *negativa* (reducción de la desviación) (ver explicación en *Bucles de Retroalimentación*).

Emergencia. La idea de emergencia se refiere al entendimiento de cómo los detalles sobre las partes (por ejemplo, lo árboles) se relacionan con el comportamiento del sistema como un todo

(el bosque). Alude a una *interdependencia*, la cual se refiere al efecto de los cambios en una parte del sistema sobre las otras partes del sistema (Bar-Yam, 2000).

Es la manera como surgen *los patrones* y sistemas complejos a partir de una multiplicidad de interacciones relativamente simples. La **emergencia** es central para las teorías de niveles integradores y de sistemas complejos. Sus características centrales son: 1] novedad radical (rasgos no previamente observados en sistemas); 2] coherencia o correlación (significando totalidades integradas que se mantienen por sí mismas por algún período de tiempo); 3] un “nivel” macro (es decir, que hay una propiedad de “totalidad”); 4] es el producto de un proceso dinámico (evoluciona); y 5] es ostensible (puede ser percibido).

La idea de *emergencia* describe los patrones de interacción que aparecen en el tiempo a través de los comportamientos interconectados de los actores que se están adaptando a / y construyendo su ambiente. A medida que emergen los patrones de interacción, el SAC como un todo se adapta al cambio que está teniendo lugar en el ambiente más grande (Morrison, 2002). La evolución ocurre por ejemplo a través de la solución de problemas, la experimentación, la comunicación y otros procesos interactivos (Chiles, Meyer y Hensch, 2004;). Estas interacciones pueden tener lugar en segmentos localizados del sistema (por ejemplo, líderes (o también, interfaces), que a su vez resultan en patrones más amplios de interacción (Anderson, 1972). La *emergencia*, por lo tanto, refleja la idea de que *las interacciones locales derivan en patrones más grandes que son formados con el tiempo, como resultado de un proceso adaptable*. Formarán una estructura identificable a medida que el sistema se adapta a la implementación de la política.

Equilibrio: Este concepto se refiere al movimiento de entrada y salida de estados estables e inestables a medida que evoluciona el sistema. Según evoluciona el sistema, se va moviendo a través de períodos de equilibrio conforme cambia, para regresar luego a un patrón estable de interacción, antes de cambiar de nuevo (Gould y Eldridge, 1977). Para que sean creadas nuevas estructuras y orden, el sistema debe moverse lejos de la condición de equilibrio, de otra manera los cambios serán sólo temporales (Mischen y Jackson, 2008; Mitleton-Kelly & Land, 2003). Según el enfoque de SAC, el movimiento entre el cambio y la estabilidad de un sistema sigue un patrón, y esos patrones pueden ser entendidos a nivel local de la interacción (Fernández, 2007). Aunque los patrones de relaciones o auto-organización puedan verse desordenados, estas interacciones son de hecho regidas por una serie de “reglas” de compromiso social subyacentes, similares a los patrones de comportamiento auto-organizado de una parvada de aves, movimientos sociales, etc. (Stffacey, 2001).

Evolución –Se refiere a pequeños cambios incrementales que pueden ser una manera efectiva para crear sistemas complejos. Para entenderla hay que reconocer los papeles complementarios entre la *competencia* y la *cooperación*. Una parte esencial de la evolución es la formación de grupos interdependientes y comportamientos colectivos, cooperativos. La competencia entre equipos resulta de la cooperación dentro de equipos; y la cooperación dentro de equipos es necesaria para la competición entre equipos. Esto contribuye a explicar los procesos evolutivos y conformación de sistemas complejos (Bar-Yam, 1997). (Figura A-I.3)

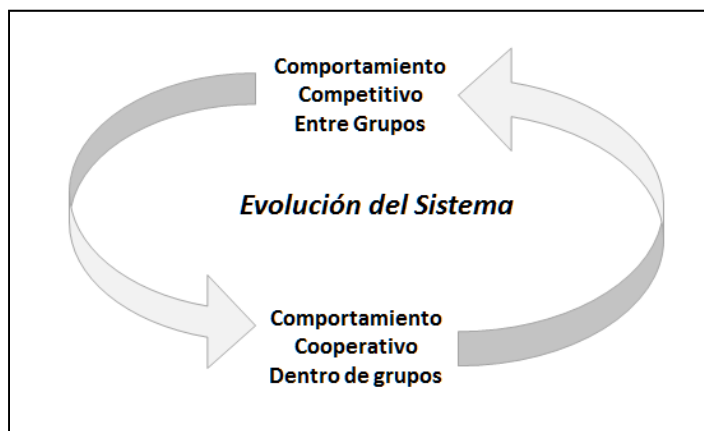


Figura A-I.3 .Retroalimentación entre Competición y Cooperación en el proceso evolutivo y formación de sistemas complejos.

Fractal. “Un fractal es un objeto geométrico desigual o irregular en todas sus escalas; es decir, que puede ser dividido en partes, cada una de las cuales es similar al objeto original. Se dice que los fractales poseen detalle infinito, y algunos de ellos, tienen una estructura auto-similar que ocurre a diferentes niveles de magnificación. En muchos casos, un fractal puede ser generado por un patrón repetitivo, en un proceso típicamente recursivo o iterativo. El término fractal fue acuñado en 1975 por Benoît Mandelbrot, del latín *fractus* o “roto”. La geometría fractal es la rama de las matemáticas que estudia las propiedades y comportamiento de los fractales. Describe muchas situaciones que no pueden ser explicadas por la geometría clásica euclidiana. Actualmente el concepto es aplicado en muy diversos campos, como la ciencia, la tecnología, el arte, etc.” (<http://en.wikipedia.org/wiki/Fractal>).

Holismo: En las ciencias sociales, en especial en la sociología, el opuesto al enfoque holista sería el individualismo metodológico. Un enfoque sociológico holista considera y analiza el comportamiento de los individuos como una consecuencia de la matriz social en la que se hallan insertos. Mientras que el individualismo metodológico privilegia, en su análisis, la interpretación subjetiva de los hechos sociales.

Aunque ya existente en la teoría general de sistemas, el holismo está implícito en los enfoque de la cibernética. El holismo sostiene que los sistemas y sus propiedades deben ser analizados en su conjunto, y no a través de las partes que los componen, consideradas estas separadamente. Esto es así porque el holismo considera que el “todo” es un sistema más complejo que una mera suma de sus elementos constituyentes. Su opuesto conceptual sería el reduccionismo científico, según el cual un sistema complejo puede ser explicado mediante una simple reducción del mismo a las partes que lo componen. Por ejemplo, los procesos biológicos son reducibles a la química, y las leyes de la química son explicadas por la física. Desde una perspectiva holista, por el contrario, los

sistemas funcionan como conjuntos orgánicos y su funcionamiento no puede ser plenamente comprendido si sólo se tienen en cuenta sus partes componentes^{xxi} (von Bertalanffy, 1968).

Linealidad y No-Linealidad

Linealidad – No Linealidad	
Relación Lineal	Relación no lineal
<ul style="list-style-type: none"> • Los cambios en la entrada del sistema resultan en cambios proporcionales en la salida del sistema. • Aditividad: el todo es igual a la suma de sus partes. • Conocer los entradas conduce a conocer los productos. • Los problemas se resuelven reduciéndolos a sus partes individuales y controlando su re-ensamblaje. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de las acciones no pueden ser predichos • Los resultados pueden ser desproporcionados • Una entrada puede no tener efecto a menos que otra entrada o condición esté presente. • Las cadenas de consecuencias se extienden en el tiempo y en muchas áreas los efectos de la acción siempre son múltiples. • En los sistemas adaptivos complejos, los agentes que conforman el sistema tienen la capacidad de enfrentar colectivamente nuevos desafíos.

Tabla A-I.2 Diferencia entre Linealidad y No Linealidad
Fuente Wilhelm, K. 1998.

Paisaje de Aptitud. El *paisaje de aptitud* describe las adaptaciones y movimientos de los actores dentro de un sistema, en donde “el paisaje” representa el espacio posible de interacción (Kauffman, 1995) (Figura A-I.4.).

^{xxi} En las ciencias sociales, en especial en la sociología, el opuesto al enfoque holista sería el *individualismo metodológico*. Un enfoque sociológico holista considera y analiza el comportamiento de los individuos como una consecuencia de la matriz social en la que se hallan insertos. Mientras que el *individualismo metodológico* privilegia, en su análisis, la interpretación subjetiva de los hechos sociales.

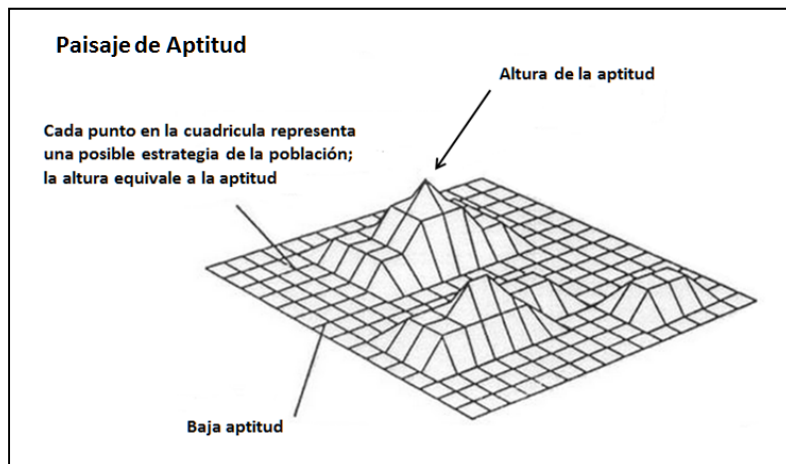


Figura A-I.4. Paisaje de aptitud.

Fuente: <http://mobileenterprise.wikidot.com/microsoft-and-the-edge-of-chaos>

La “aptitud” del paisaje describe la conectividad entre los actores en un sistema y el grado en el cual son desarrolladas nuevas interacciones y recursos existentes (Stacey, 2001). Por analogía, se habla también de “picos” de aptitud: si el comportamiento de un grupo de gente adquiere nuevo conocimiento, le permite trepar a picos particulares del paisaje, mejorará su desempeño y logrará una nueva o más amplia perspectiva del terreno (Byrne & Rogers, 1996) Por otro lado, si otros miembros del grupo eligen estrategias basadas en conocimiento existente y opiniones de otros miembros del mismo grupo, en comparación trepará picos bajos y redondeados (Figura A-I.4). Ambos tipos de “picos” son importantes de considerar en la implementación, ya que es necesario tanto explorar nuevo conocimiento a través de interacciones desconocidas, así como explotar el conocimiento existente (Hansen, 1999).

En las decisiones de hacer interacciones de entre las posibilidades del paisaje, los actores suelen escoger permanecer en su “vecindario” (Morrison, 2002). Con el tiempo, los actores pueden elegir senderos familiares, muy recorridos entre picos, conduciendo así a un patrón de interacción implícitamente “institucionalizado” como rutina (Kim, Oh & Swaminathan, 2006). En un sistema de investigación por ejemplo, [o industrial, de producción, etc.] los académicos tienden a comprometerse en interacciones con los de sus mismas disciplinas o áreas, o del mismo género. Elegir caminos muy andados, a su vez, crea una especie de “*path dependence*”. Las políticas que tengan la intención de abrir nuevas avenidas de desempeño superior pueden resultar en un mejoramiento mínimo, si se limitan a estimular a actores que sólo elijan rutas familiares muy andadas (Daly & Finnigan, 2009; Kim *et al.*, 2006), en oposición a la formación de nuevas interacciones.

Path Dependence – Se refiere al proceso dependiente de las trayectorias pasadas, cuyo resultado evoluciona como consecuencia de la historia del propio sistema (Arthur, 1999). Desde el punto de vista evolucionario, se le asocia con otros conceptos esenciales para explicar la adaptabilidad económica regional, como son los bloqueos, la creación de nuevas trayectorias, variedad relacionada, co-evolución, costos irreversibles, ciclos de vida de clusters, región de aprendizaje y resiliencia (Hassink, 2010).

Bloqueo- son obstáculos que desgastan una región. Los bloqueos regionales pueden ser a) bloqueos funcionales; b) bloqueos cognitivos; c) bloqueos políticos.

Clusters –han probado ser inadecuados para asegurar la sostenibilidad. No son suficientes para sostener las regiones en circunstancias cambiantes.

La región de aprendizaje es el principal concepto desde la geografía económica evolucionaria. Las regiones de aprendizaje se basan en una estrategia regional de innovación donde un amplio conjunto de actores regionales relacionados con la innovación están fuerte y flexiblemente conectados unos con otros bajo un conjunto de principios de política.

Patrones – Los patrones auto-organizados de comportamiento surgen de las interacciones entre las partes de un sistema. Muchos patrones de comportamiento social surgen de procesos formadores de patrones. Por ejemplo, modelos simples de influencias entre la gente pueden ser usados para entender fenómenos aparentemente misteriosos, como las modas y pánicos. Las interacciones más elaboradas crean cliques (Bar-Yam, 1997). Los patrones pueden emerger de las redes de elementos interactuantes. Los modelos de influencias en redes pueden ser usados para estudiar patrones de comportamiento social altamente complejos. Las redes sociales pueden revelar cómo la gente puede ser arreglada para promover creatividad a nivel de organizaciones (Bar-Yam, 1997).

Retroalimentación - La retroalimentación es un proceso circular de influencia donde la acción tiene efecto sobre el actor (Figura A-I.5).

Tradicionalmente, uno tiende a pensar en forma lineal más que circular, en la causalidad de una sola vía, según la creencia de que hay un punto de inicio y uno terminal. Por ejemplo, los estímulos generan respuestas, los fines determinan los medios, etc., asumiendo que las relaciones simplemente pueden ir en la dirección opuesta o que son recíprocas. Precisamente, una de las inquietudes de la Socio-cibernética es estudiar cómo cambian los sistemas, y desarrollar metodologías para analizar esta clase de mutua causalidad, y cómo se transforman los sistemas por sí mismos. Ello implica cambiar la forma de pensar el cambio, pasar de lo lineal a lo circular – pensar en **bucles de retroalimentación**, en donde A causa B, y B causa A, en lugar de pensarlo como un proceso de una sola vía, donde A causa B, y ya (Maruyama, 1963).

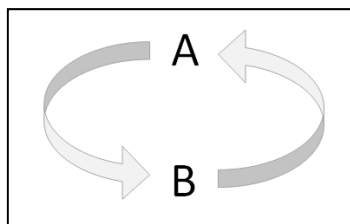


Figura A-I.5 Retroalimentación

Bucles de Retroalimentación - El **bucle de retroalimentación** es un mecanismo de control de los sistemas dinámicos, Se trata de un tipo de lazo circular que hace que el sistema se realimente, es decir que la salida vuelve al principio. Se trata de un proceso cuya señal se mueve dentro de un sistema, y ella misma vuelve al principio de éste, como en un bucle. Este bucle se llama "**bucle de retroalimentación**". La retroalimentación y la autorregulación están íntimamente relacionadas.

A medida que un sistema evoluciona y se adapta, genera bucles de retroalimentación, o procesos de señalización de información, que ayudan a crear direcciones de patrones de interacciones y proporcionan oportunidades para que el sistema "aprenda" y como tal, se adapte a las demandas ambientales (Stacey, 2001). Para que un sistema cambie y se adapte a su ambiente, debe ocurrir la retroalimentación entre los elementos interactuantes del sistema (Morrison, 2002). Los sistemas requieren retroalimentación para ser funcionales en lo que se conoce como "**al borde del caos**". Este es el punto en el cual el sistema está lejos del equilibrio y en un estado inestable que mueve hacia adelante (Stacey, 2001). Operar al borde del caos abre oportunidades al inyectar novedad a las operaciones normales (Stacey, 2001).

La retroalimentación como proceso de intercambio de información. La retroalimentación está a menudo distribuida a través de un sistema de interconexiones como una manera de incrementar el conocimiento, el significado compartido y finalmente mejorar el desempeño mediante el aprendizaje (Morrison, 2002). La retroalimentación es una parte importante del manejo de conocimiento. El conocimiento, especialmente el conocimiento en sistemas de alto desempeño, a menudo está distribuido a lo largo de múltiples actores, a través del sistema (Spillane, 2006). Como la retroalimentación en los SAC es un importante señalador de información y un proceso de aprendizaje que ayuda a crear direccionar los patrones de interacción y a maximizar la dispersión de recursos a través del sistema, es deseable buscar retroalimentación (intervención sobre recursos relacionales tales como conocimiento, asesoría, etc.) de aquellos que ya han recibido retroalimentación (recursos).

Maruyama (1963) examinó cómo la retroalimentación puede producir más que simples ajustes y, en lugar de ello, producir nuevas formas y estructura. Para ello desarrolló una metodología muy útil para el estudio de dinámica de sistemas complejos, enfocada en bucles de retroalimentación **positiva o negativa**, en (Figura A-I.6).

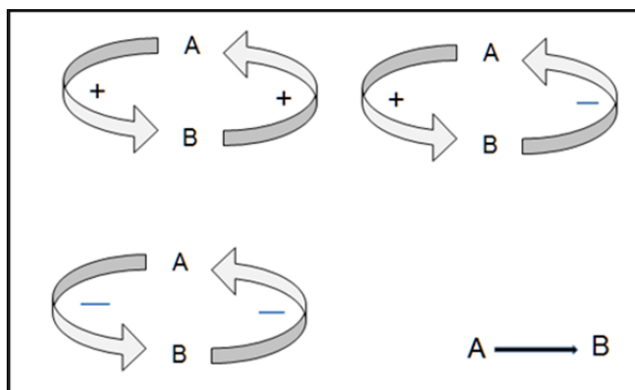


Figura A-I.6 Bucles de Retroalimentación Positiva y Negativa

La **Retroalimentación Negativa**, que es la más común, ayuda a mantener estabilidad en un sistema a pesar de los cambios externos. Se relaciona con la homeostasis.

Retroalimentación Positiva. Una característica clave de la retroalimentación positiva es que pequeños disturbios se amplifican. Cuando ocurre un cambio en un sistema, la retroalimentación positiva causa un cambio mayor, en la misma dirección (Por ejemplo en sociología es el efecto red: cuando más personas son alentadas a participar en una red, se incrementa el alcance de la red; mientras más se expande la red, más personas se incorporarán; la limitante para la retroalimentación será, por supuesto, el tamaño de la población). Es decir, amplifica las posibilidades creativas (evolución, cambio de metas); es la condición necesaria para incrementar los cambios, la evolución, o el crecimiento. Da al sistema la capacidad de tener acceso a nuevos puntos del equilibrio (o sea, transitar hacia nuevas fases de estado), con el fin de salir rápidamente del estado inicial. La retroalimentación puede ser directa, cuando una *variable de estado*^{xxii} de un sistema tiene un bucle de retroalimentación que está influyendo sobre su propia tasa de cambio; o indirecta, a través de otras *variables de estado*. Por lo tanto, el predominio de signos positivos o negativos en los bucles del sistema tiene una gran influencia sobre el comportamiento global resultante.

Autocatálisis y catálisis cruzada es un tipo de **retroalimentación positiva**. Brian Arthur (1990) ha aplicado el concepto de retroalimentación positiva, como procesos autocatalíticos a la economía, los cuales inducen su propia evolución a medida que se hacen más complejos en el tiempo. La catálisis cruzada es cuando dos diferentes grupos catalizan la síntesis de uno y otro. A su vez, Lara-Rosano, 2011) sintetiza la idea de que la auto-catálisis es un proceso (de retroalimentación positiva) de conformación de redes auto-catalíticas, que son la fuente de la **auto-organización**. Hay catalizadores físicos y catalizadores simbólicos. Los catalizadores sociales son catalizadores simbólicos: ideas, conceptos, creencias, ideologías, emociones, rumores. Surgen de la necesidad egoísta de varios integrantes. Pueden inducir la colaboración y la cooperación (Lara- Rosano, 2011).

Resiliencia – Destacan las siguientes definiciones:

- 1) Es un proceso que se refiere a la capacidad biológica para adaptarse, recuperarse y prosperar bajo condiciones ambientales adversas, adquiriendo nuevas herramientas.
- 2) En sistemas tecnológicos, resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema de soportar y recuperarse ante desastres y perturbaciones.
- 3) En términos de ciencias sociales, es la adaptación regional, por lo que tiene cercanas conexiones con la economía evolucionista y la geografía económica evolucionista. En términos de economía,

^{xxii} **Variable de estado** es una **magnitud física** macroscópica que caracteriza el **estado** de un sistema en **equilibrio**. Dado un sistema termodinámico en equilibrio puede escogerse un número finito de variables de estado, tal que sus valores determinan unívocamente el estado del sistema

la resiliencia es el retorno a un equilibrio fijado, estrechamente definido o múltiples equilibrios. Desde la perspectiva de la Geografía Económica Evolucionaria, Clark *et al* (2010), describen la resiliencia como un complejo de capacidades tecnológicas, *path dependences* y factores institucionales, incluyendo coordinación y rutinas de control. La política de desarrollo económico regional tiene una directa relación con la *path dependence*.

4) En sociología, es la capacidad que tienen los grupos sociales para sobreponerse a los resultados adversos; reconstruyendo sus vínculos internos, a fin de hacer prevalecer su homeostasis colectiva de tal modo que no fracase en su propia sinergia. En el ámbito regional, una región resiliente es una donde los mercados y las estructuras políticas locales continuamente se adaptan a las condiciones cambiantes del ambiente; sólo cuando estos procesos fallan, el sistema es forzado a alterar las grandes estructuras (Hassink, 2010). Este autor encuentra que la resiliencia es el primer punto en la serie de tiempos relacionados a un momento de transición o cambio, normalmente debido a un choque exógeno. Hay una relación en la habilidad para reaccionar en el corto plazo a choques exógenos y transiciones de largo plazo en el mercado

Christopherson et al (2010) señalan que el proceso de resiliencia regional abarca repercusión, adaptación y recuperación. La resiliencia regional está vinculada a cómo tratar tiempo, espacio y proceso. La idea del espacio es construida vía la acción humana y las relaciones sociales. Las regiones son manifestación de esas acciones y están en constante proceso de transición. Las estrategias más efectivas para la resiliencia regional se apoyan en los niveles adquiridos de capital cívico y la dotación existente de instituciones regionales para trazar nuevas vías hacia delante. La resiliencia regional tiene una cercana relación con la capacidad innovadora y la geo-economía. Resalta la importancia de las capacidades regionales arraigadas y el papel de las inversiones de política con el fin de mitigar el deterioro progresivo.

Modelación y Simulación Computacional. Con la disponibilidad creciente de tecnologías de la computación de alta velocidad y la informática, los problemas cada vez más complejos pueden ser modelados y simulados con gran realismo. Estas son herramientas basadas en las ciencias de la computación (es decir, proviene de la Cibernética de Primer Orden), que está haciendo importantes incursiones en las ciencias sociales para conformar lo que se conoce como Sociomática. La simulación permite incorporar un creciente número de variables interactuantes en un modelo; es como un laboratorio de investigación: tiene la gran ventaja de poder investigar y experimentar para ver y entender mejor los posibles efectos al cambiar algunas de las variables, sin afectar la realidad. También la simulación con modelos complejos le permite a uno descubrir las consecuencias latentes de ciertas acciones pretendidas, y pronosticar la emergencia y efectos de comportamientos no previstos (Lara-Rosano, 2011).

Sistema. Un sistema es un conjunto de elementos que interaccionan entre sí y con el entorno, una especie de campo en el que desarrolla su actividad, con grados variables de complejidad. Sistema y **entorno** fluyen acoplándose recíprocamente (Lara-Rosano, 2011).

Sistema Social Humano Hay muy diversos tipos de sistemas. Un tipo particular es el de los sistemas sociales humanos. Éstos están compuestos de un conjunto de agentes sociales humanos (individuos, grupos, organizaciones formales, etc.) y sus relaciones entre ellos, para constituir alguna forma de interacción social (Byrne, 2009; Holland, 1995; Klir, 2001; Luhmann 1995).

Subsistemas y Suprasistemas: El sistema siempre forma parte de un suprasistema y está constituido en su interior por subsistemas, integrados por sus partes componentes que están operando.

Desde una perspectiva dinámico-funcional, los subsistemas están conformados por procesos interconectados.

Teleológico- Explicación en función de su fin. Rosenblueth, Wiener y Bigelow (1943) integraron el término a los sistemas cibernéticos). El concepto responde a una intencionalidad (fin), conscientemente explicitada, del agente y articulada generalmente dentro de un sistema teleológico (fines últimos e intermedios) que constituyen su proyecto vital, lo que no descarta la aleatoriedad inherente a la realidad. Los sistemas teleológicos son sistemas propositivos, con visión de futuro. Los sistemas sociales son inherentemente, teleológicos por ser producto de la intervención humana y social. Para explicar su funcionamiento, por lo tanto, es importante tomar en cuenta el conjunto de objetivos de los agentes, situados en el presente de cara al futuro (Lara-Rosano, 2011).

Desde esta perspectiva, los sistemas sociales son, por definición, teleológicos: su funcionamiento es orientado a una finalidad u objetivo, programado por humanos

Variable de Estado - Es una magnitud física_macroscópica que caracteriza el estado de un sistema en equilibrio El *estado* de un sistema está caracterizado por un cierto número de parámetros llamados variables de estado. Estas son magnitudes medibles o no, del mismo, tales como el volumen, la temperatura, la presión, la cantidad de materia, etc. Estas variables pueden ser *de entrada*: son las causantes de la evolución del sistema dinámico; o *de salida*: son las que interesa medir y analizar para controlar al sistema.

Una **variable de estado** es precisamente la que *representa el estado actual del sistema*, el cual (si es función del tiempo) varía en cada instante de tiempo (ya sea al comienzo, al final o durante un periodo de tiempo). Estas variables interaccionan con las variables exógenas y las endógenas del sistema (llamadas también factores o *convertidores*), de acuerdo a las relaciones funcionales dispuestas. El valor que tome durante un periodo particular de tiempo, puede depender no solo de una o más variables exógenas en determinado periodo precedente, sino además del valor de ciertas variables endógenas de periodos anteriores. Las variables de estado pueden tener o no sentido físico; pueden o no ser medibles; y finalmente, para un mismo sistema dinámico las variables de estado no son únicas; de hecho, se pueden definir infinitos conjuntos de variables que sirvan como variables de estado (Lara-Rosano, 2011).

ANEXO II

EL METODO Y CONCEPTOS BÁSICOS DEL ARS/DRS

Teoría de Gráficas - El uso de las ideas y herramientas de la rama de las matemáticas conocida como "teoría de graficas" (de grafos) ha ayudado a desarrollar una gran cantidad de herramientas y software de análisis. Una gráfica o *grafo* es un conjunto no vacío, de objetos llamados vértices (o nodos), y una selección de pares de vértices, (*edges* en inglés) que pueden ser orientados o no. Típicamente, una gráfica se representa mediante una serie de puntos (los vértices) conectados por líneas (las aristas).

Como modelos de redes sociales, las gráficas tienen las siguientes funciones:

- Presentar una manera de visualizar la información.
- Mostrar las propiedades espaciales de la red
- Aplicar conceptos y teoremas de la teoría de gráficas para formalizar dichas propiedades

El Análisis de Redes Sociales (ARS)

Es un conjunto de herramientas analíticas que permite conectar el mundo de los actores con las estructuras sociales emergentes que resultan de las relaciones que establecen tales actores y qué tipo de lazos existen entre las entidades sociales en cuestión (Faust, 2002). La *red social* es una representación que permite visualizar a los sistemas sociales. Su utilidad, desde el punto de vista analítico, es que ayuda al investigador a comprender propiedades de la red que de otra forma serían difíciles de observar.

Los métodos del ARS al utilizar *matrices y gráficas*, incorporan propiedades relacionales: *establecen qué tipo de lazos existen entre las entidades sociales* en cuestión (Freeman, L. 1984; Leinhardt 1977; Wasserman y Faust 1994). Estas propiedades relacionales derivadas de modelos conceptuales, pueden ayudar a representar los nexos entre las entidades sociales, en el tiempo y en el espacio (Dinámica de Redes Sociales), y resaltar así puntos de inflexión para la intervención.

Desde esta perspectiva, el ambiente social puede expresarse como *patrones* o regularidades, *antecedentes y consecuencias* en las relaciones entre unidades que están interactuando. La presencia de tales patrones regulares es referida aquí como *estructura (nodos, enlaces)*, en tanto que las cantidades que miden tal estructura son las variables *estructurales (tamaño del nodo, densidad, fuerza del enlace, etc.)* (Wasserman & Faust, 1994). Los nodos son los actores individuales (un individuo, una organización, un país, etc.), y los enlaces son las relaciones entre los actores.

Puede haber muchos tipos de enlaces entre los nodos. Una **diada** es el nombre que describe un grupo de dos nodos. El adjetivo diádico se utiliza para describir este tipo de interacción o relación.

Una diada es el grupo social más pequeño posible, por lo que es la unidad de análisis básica en el ARS.

Las *estructuras sociales en red* están formadas por *actores* o “*nodos*” (individuos, equipos, organizaciones, instituciones, **conceptos**, etc.), que están conectados o vinculados por uno o más tipos de *relaciones de interdependencia*, tales como la amistad, **el conocimiento**, creencias, económicas, políticas, etc., formando enlaces. Los *enlaces conectan pares de actores (diadas)* y pueden ser dirigidos, en cuyo caso se les llama “*aristas*” o *flechas* unidireccionales porque van de un nodo a otro, tienen un sentido definido; o “*arcos*”, si la relación es recíproca (flechas con punta en los dos extremos).

El conjunto de vínculos de un mismo tipo dado (por ejemplo, vínculos de colaboración), constituye una *relación social binaria*. Cada tipo de relación define una red diferente (por ejemplo, una red de amistad es distinta de una red de trabajo, aunque en la realidad puedan estar correlacionadas). Por ello, las variables de una red pueden servir tanto como variables dependientes como independientes. Las diferentes áreas de investigación difieren típicamente en términos de cuál es el papel dominante y para qué. Por ejemplo, en una investigación sobre *capital social* el énfasis recae sobre las variables de la red **como explicativas**, en tanto que para una investigación sobre alianzas, el *focus* se orienta típicamente hacia los vínculos de la red como resultado de un proceso organizacional (Borgatti y Foster, 2003). Para la visualización y análisis de redes sociales existen diversos programas de software, como Pajek, Ucinet, etc..

En el análisis de una red hay diversas propiedades a considerar, según el problema de que se trate. Entre ellas, las más importantes son:

- *Centralidad*: es la importancia relativa de un nodo dentro de la red
- *Posicionamiento*: la cercanía o lejanía de un nodo con respecto al nodo central
- *Subgrupos*: dentro de una red se pueden formar subgrupos entre ciertos nodos

Las Representaciones de Redes Sociales

Las **representaciones visuales** son útiles en el análisis de redes sociales porque ayudan a comprender propiedades de la red que, de otra forma, serían difíciles de observar. Una red social se interpreta básicamente por la información relacional que contiene (a diferencia de los modelos que se han trabajado por tradición en las ciencias sociales y del comportamiento, en las que los atributos de las unidades independientes son el tema central de análisis). Para representar una red social, las gráficas y las matrices son las estructuras básicas de información. Ambas contienen los elementos clave de un modelo de red social: una población de actores sociales y una o más relaciones definidas en pares (o subgrupos) de actores. En su forma más simple, una red social es un mapa de todos los enlaces relevantes entre los nodos que están siendo estudiados. La conceptualización relacional puede ser desplegada en un diagrama de red social, donde los puntos

son los nodos y las líneas, los enlaces. En la Figura A-II.1 se ilustran algunos conceptos básicos de redes sociales.

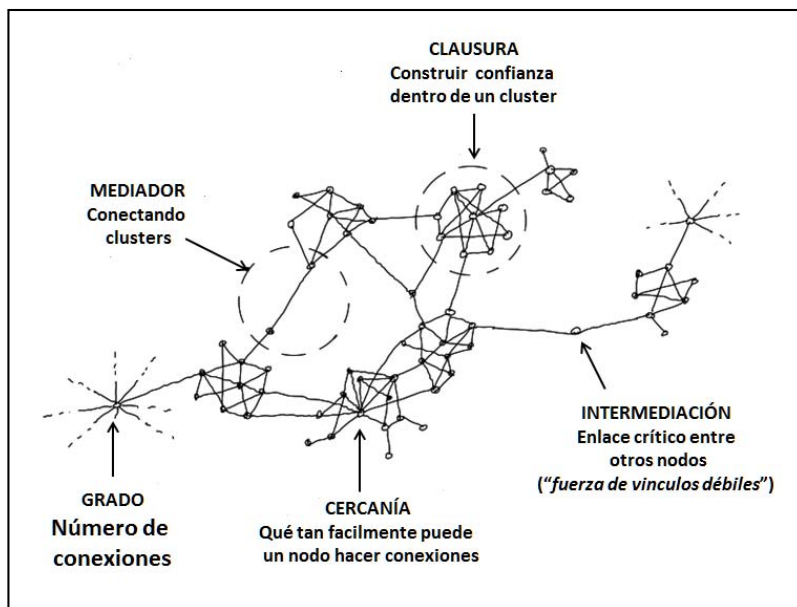


Figura A-II.1 Anatomía de una Red Social. Fuente: Gray, D. (2012); Faust (1994)

Las redes pueden tener múltiples niveles. Las interpretaciones de la red varían según el nivel de análisis, por: actores, pares de actores, triadas, subconjuntos o el conjunto total de actores de la red (red de redes).

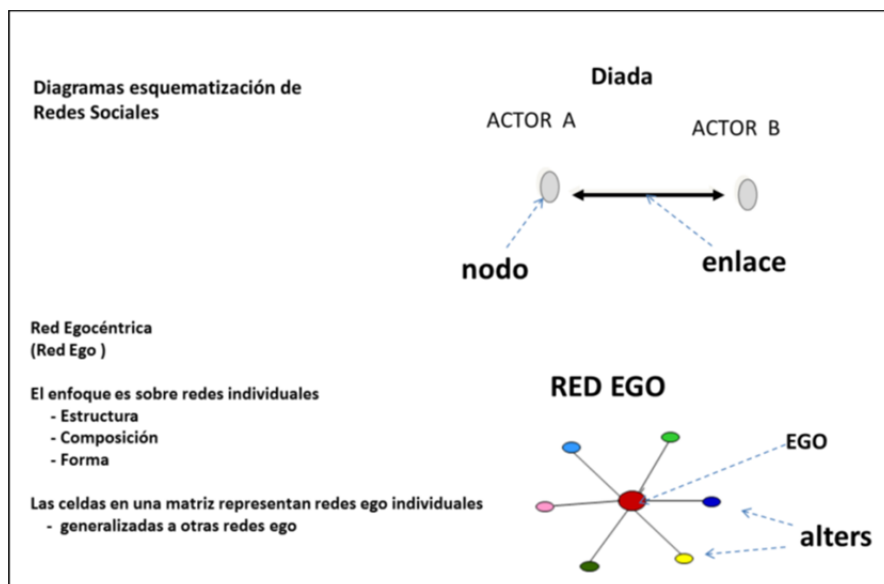


Figura A-II.2 Distintos niveles de redes

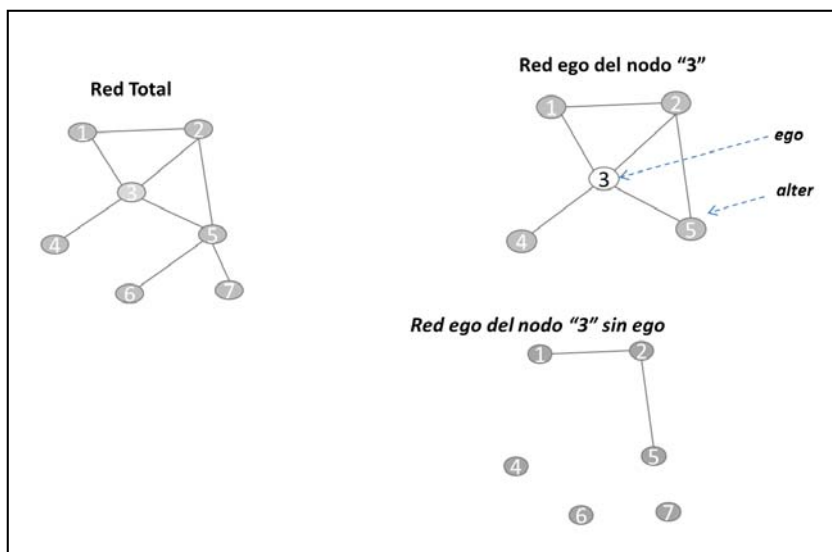


Figura AII.3 Red Ego

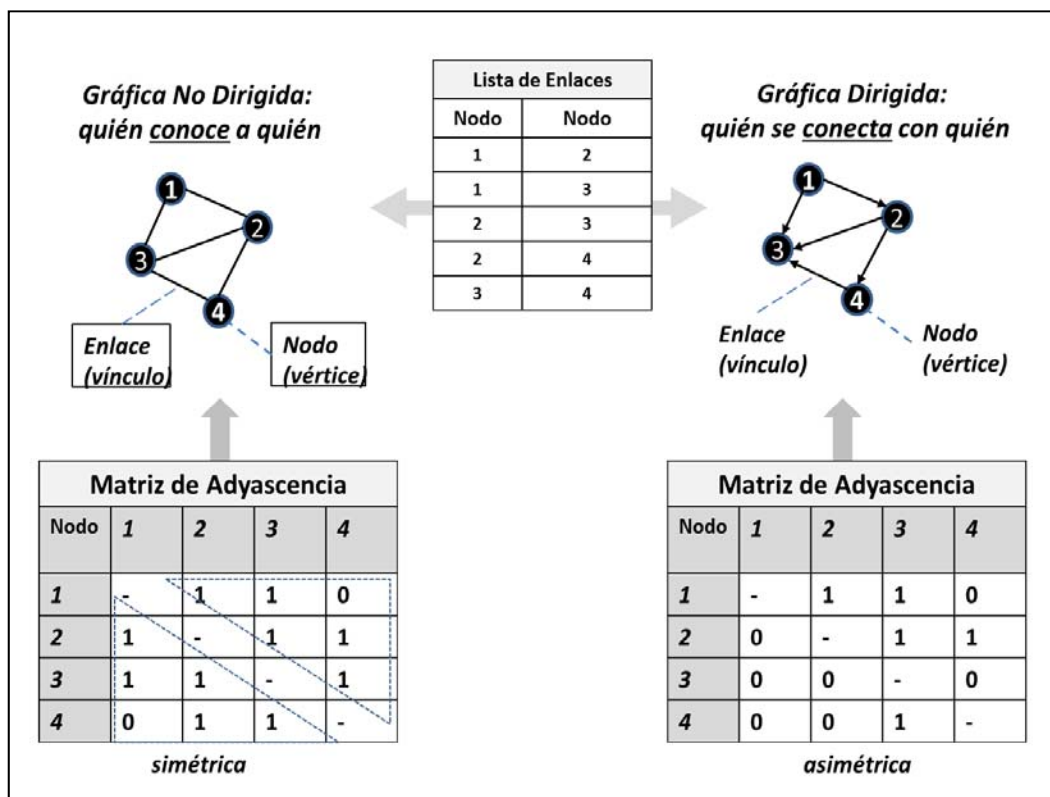


Figura AII.4 Gráficas de redes dirigidas y no dirigidas; matrices de adyacencia.

Agregando pesos a la red

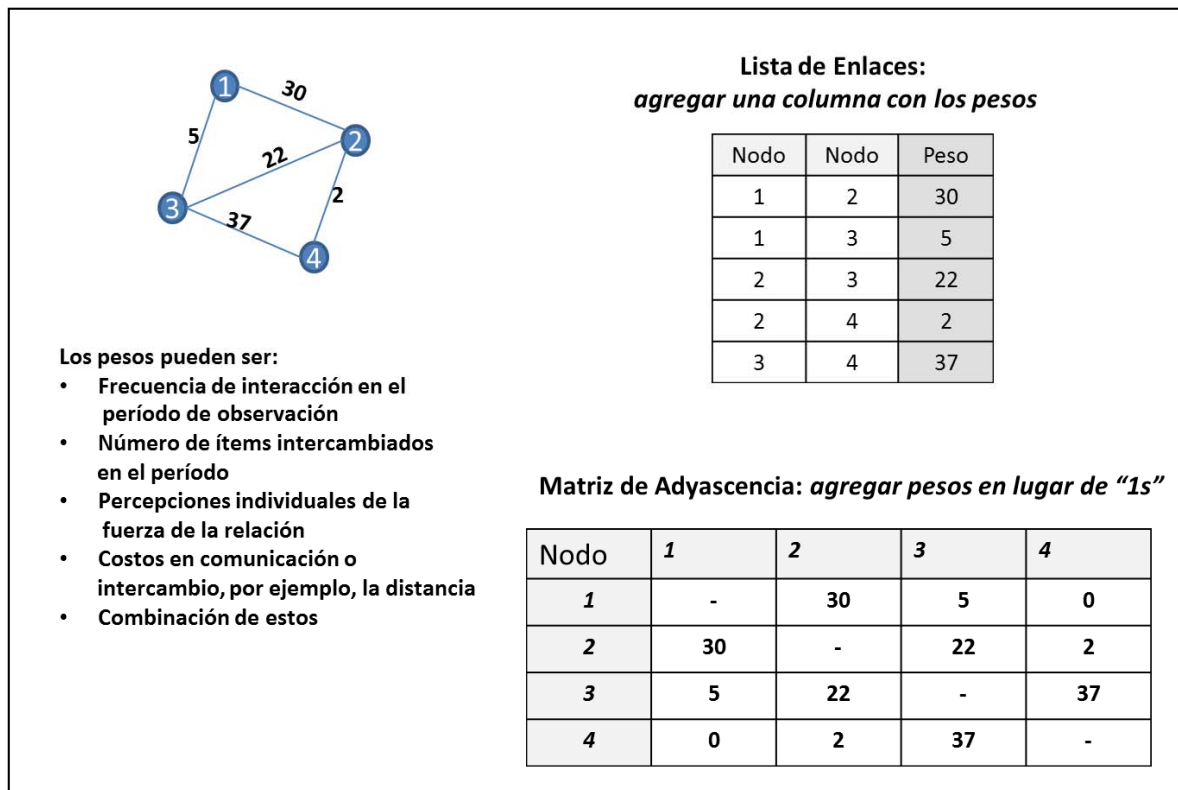


Figura All.5 Agregando pesos en la red.

Conceptos Básicos (de interés para este trabajo)

Actor – un actor es la entidad social que participa en una cierta red, y que es capaz de actuar y formar conexiones con otros actores. Puede ser un individuo, corporación o cuerpo social. Cuando los actores son del mismo tipo, la red se llama mono modal. Cuando hay diferentes actores en una red. En un sistema multi-agente, el actor es llamado agente. Actor – son individuos, organizaciones o unidades sociales colectivas (entre otros; **vértice**). El actor representa al generador de vínculos y por lo tanto se puede interpretar de muchas maneras.

Centralidad – se refiere a la posición de un nodo particular dentro de la red. La centralidad local tiene que ver con el número de relaciones directas de un nodo particular con todos los otros nodos. Un alto número indica nodos con un alto nivel de centralidad local.

La centralidad incluye otras tres medidas: *grado de centralidad*, *centralidad de intermediación*, y *centralidad de cercanía*.

Grado de centralidad es la suma de todos los otros actores que están directamente conectados al actor.

Centralidad de intermediación -. Es considerada como una medida del grado en el cual un nodo tiene control sobre el flujo de información entre otros. Es el grado en el cual un actor está directamente conectado sólo a aquellos otros actores que no están directamente conectados uno a otro; es un intermediario; puentes. Se refiere al número de vías más cortas que pasan a través de un nodo dividido por todas las vías más cortas de la red. Algunas veces es normalizada de tal manera que el valor más alto es 1. La centralidad de intermediación muestra cuáles nodos es probable que sean vías de comunicación entre otros nodos. También es útil en la determinación de puntos donde la red puede romperse y separarse (por ejemplo, en la siguiente ilustración, quiénes quedarían excluidos si los nodos 3 o 5 desaparecieran)

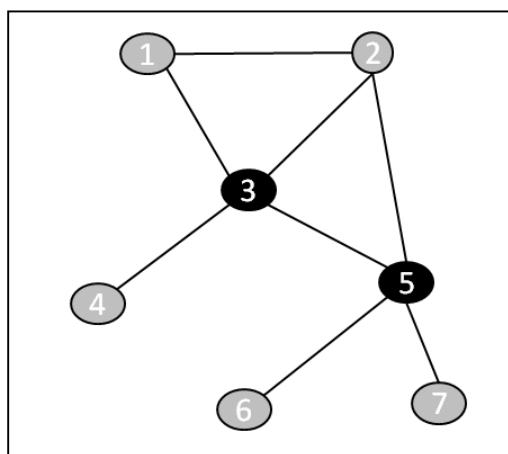


Figura AII.6. Centralidad

Centralidad de cercanía dice qué tan cercano está un actor sobre el promedio de todos los otros actores.

Cohesión - es el grado en el cual los actores están conectados directamente uno a otro por lazos cohesivos.

Un actor es “alcanzable” por otro si existe ahí un conjunto de conexiones por las cuales podemos rastrear desde la fuente hasta el actor blanco (target), independientemente de cuántos otros caigan entre ellos.

Componentes – los componentes de una gráfica son sub-gráficas que están conectadas dentro, pero desconectadas entre sub-gráficas. Los componentes más interesantes son aquellos que dividen la red en partes separadas, y donde cada parte tiene varios actores que están conectados unos a otros.

Conexión – Un vínculo entre dos actores en una red social es llamado una conexión. Es definida por algún tipo de relación entre estos actores, dependiendo del tipo de sociedad. Cuando se estudian las gráficas, las conexiones pueden tener un valor así como una dirección. En la red social, puede haber una conexión entre dos actores (expresada como “1” en la tabla o matriz, o ninguna (expresada como “0”).

Densidad -es una medida del nivel de conectividad dentro de la red. Refleja el número real de vínculos como una proporción de los vínculos totales posibles.

Diada- Esta es la red más simple que existe, hecha justo por dos actores y las posibles conexiones entre ellos. Los actores pueden estar conectados o no, y su conexión puede ser una propiedad del par.

Grupo – Un grupo puede ser definido como el conjunto de todos los actores y sus conexiones, considerando un límite definido para el grupo. Por supuesto, los actores pueden tener relaciones con otros actores fuera de este límite, pero para propósitos del análisis de redes sociales, la definición de los límites define al grupo. **Subgrupo** – Dentro de un grupo hay muchas diadas y triadas, pero podemos extender el concepto de pequeños conjuntos o agrupamientos de actores dentro de un grupo para formar subgrupos. Esto puede ser importante en el estudio de redes complejas y grandes, con el análisis de subgrupos específicos dentro del grupo.

Heterofilia – Se refiere a la tendencia a relacionarse entre gente disímil, por ejemplo grupos interdisciplinarios, con distintos tipos de conocimiento.

Homofilia - es la tendencia a relacionarse con gente de características similares (estatus, creencias, etc.). Conduce a la formación de grupos homogéneos (*clusters*) donde la formación de relaciones es más fácil. La homogenización extrema puede actuar en contra de la innovación y generación de ideas. Por ello, en ciertos contextos es deseable la heterofilia (las relaciones entre gente de características distintas (por ejemplo, con distintos tipos de expertise, etc). Los vínculos homofílicos pueden ser fuertes o débiles.

Inter-vínculos de la red

- *Redes sociales* – quién a quienes
- *Redes de información* – qué a qué
- *Redes de conocimiento* -quién para qué

Fuerza y naturaleza de las conexiones – Ciertos miembros de la red tienen mayor o menor compromiso, están más o menos vinculados con otros miembros del grupo, están más o menos identificados con el grupo o son más o menos reconocidos por otros como –co-miembros del grupo. Un enfoque de redes por lo tanto tiene que estudiar la fuerza y naturaleza de las conexiones. Examinar los grupos de esta manera tiene tres ventajas:

1. Permite pensar sobre los individuos integrados en grupos, a grados variables, y por lo tanto, están diferencialmente sujetos a las oportunidades, limitaciones e influencias creadas por la membresía al grupo.
2. Permite examinar variaciones en la estructura del grupo, determinando cuales grupos son más o menos cohesivos, los que están claramente limitados y los que son más "permeables".
3. Dejar abiertas las cuestiones de cohesión y la fuerza del límite permite al investigador moverse más allá de estudiar conjuntos de gente que pueden ser no fácilmente identificables como grupos, pero que no obstante están estructurando relaciones sociales -, como los recién llegados (Freeman *et al* 1989). Dar seguimiento en el tiempo para ver los cambios de la red es importante.

Fuerza de los vínculos débiles (Granovetter, 1973)

Es una teoría que argumenta cómo la coordinación social se ve más influida de lo que valoramos habitualmente por vínculos débiles establecidos con anterioridad con otros actores con los que se tiene poco o ningún contacto, carencia de vínculos emocionales y escasos lazos relacionales y no tanto como creemos por lazos más fuertes como puede ser la familia o amigos.

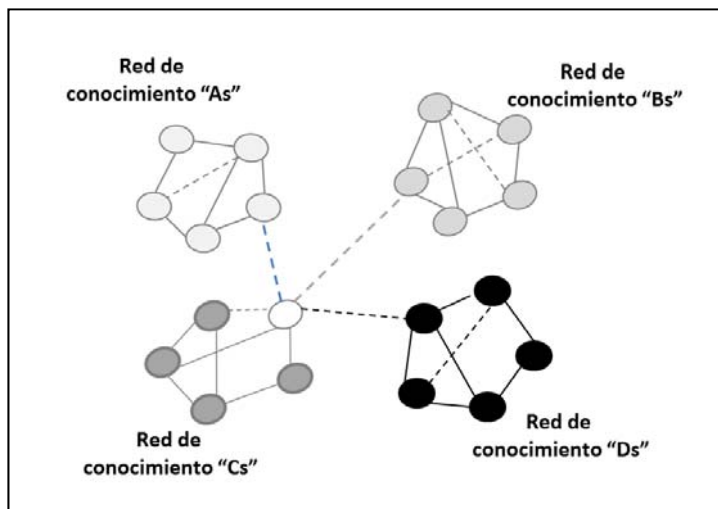


Figura AII.7. La fuerza de los vínculos débiles

Mapeo de Redes se utilizan para visualizar e interpretar el panorama de las interacciones sociales en el proceso de innovación. Es una técnica desarrollada por Conway y Steward (1998). El mapeo de redes en el proceso de innovación es un despliegue gráfico de redes, derivado del sociograma tradicional, mediante la utilización de un templatado y ciertas convenciones simbólicas para facilitar el análisis. A través de esta técnica es posible capturar una diversidad de actores, enlaces y flujos involucrados en el proceso de innovación en un contexto dado.

Mediciones de la red -Niveles de análisis

- **Nivel de nodo: centralidades;** quién tiene el poder?

Usos: Identificación de actores clave, eventos, recursos. Actores críticos – qué nodos importan? Son importantes en la intermediación o puenteo (*betweenness*)

- **Nivel diádico: frecuencia;** ¿hay patrones de comportamiento que se puedan seguir?

Usos: localización de pistas, senderos.

- **Red (gráfica completa): densidad.** ¿Es fácil modificar la estructura jerárquica? Uso: caracterización de la topología, comparación de grupos, nivel de cambio

Membresías Los enfoques que asumen membresías de grupo mutuamente excluyentes impiden el estudio de **patrones de múltiples membresías de grupo o vínculos a múltiples grupos**. Las membresías a múltiples grupos son la base de la estructura, **creando puentes entre algunos grupos e igualmente importante, ver si no están creando puentes entre otros** (Blau, 1994; Breiger, 1974; Feld, 1982). Debido a que la gente existe en las intersecciones de grupos, las membresías en múltiples grupos interactúan. Ellas exacerban o mitigan las oportunidades, limitaciones e influencias ofrecidas por las membresías en un único grupo e influyen las identidades de los miembros del grupo. Estudiar **los niveles variables de traslape entre círculos sociales** permite el estudio de procesos sociales que tejen los individuos de otra forma atomizados dentro de la sociedad Simmel, 1922 [1955]).

Transitividad – en ARS es una propiedad de los enlaces: si hay un enlace entre A y B y uno entre B y C, entonces en una red transitiva A y C estarán también conectados. Los vínculos fuertes son más a menudo vínculos fuertes que débiles; la transitividad es por consiguiente, evidencia de la existencia de vínculos fuertes (pero no una condición necesaria o suficiente). La transitividad y la homofilia juntas conducen a la formación de cliques (conglomerados totalmente conectados).

Particiones: colecciones asignadas con valor categórico.

Puentes – son nodos y enlaces que conectan a través de grupos. Facilitan la comunicación intergrupos; incrementan la cohesión social, y ayudan a estimular la innovación. Usualmente son vínculos débiles, pero no cada enlace débil es un puente.

Dinámica de Creación de Redes

La figura ilustra la dinámica de creación de redes (networking). Aquí se muestran dos vías distintas: por homofilia y transitividad; o por heterofilia y puenteo. Cada uno de los conceptos utilizados aquí aparece en este Anexo.

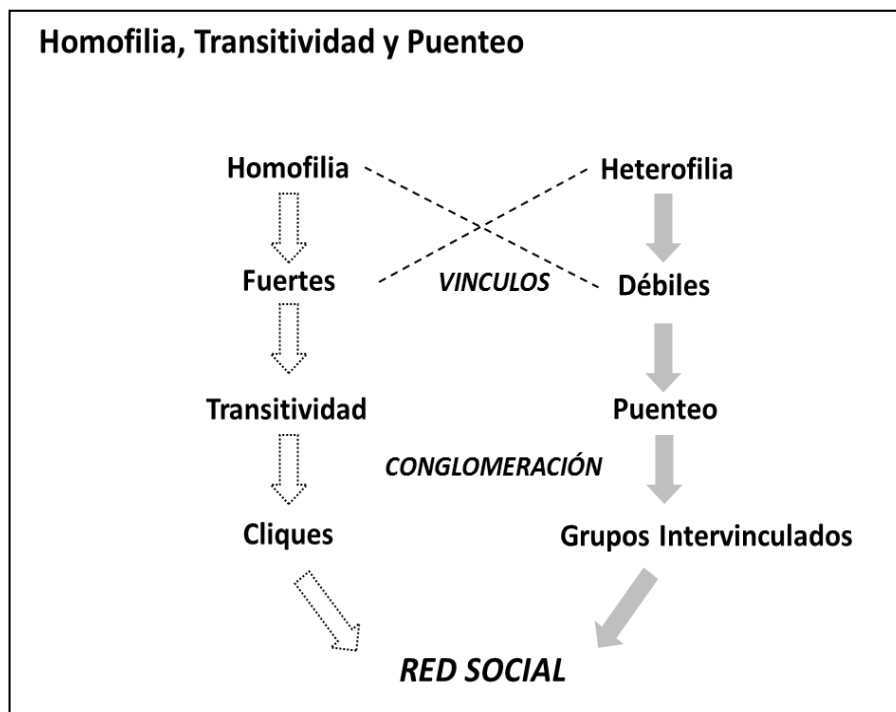


Figura All.8. Dos vías para la creación de redes (networking): Homofilia- Transitividad, Heterofilia - Puentes

Triada – Esta es una red formada por tres actores y las posibles conexiones entre ellos. La triada trae algunos conceptos importantes en cuestión, tales como el equilibrio y la transitividad. Potencialmente hay tres triadas en una triada. En las relaciones de negocios (y el capital social) este puede ser un factor importante porque si el Actor 1 tiene una relación con Actor 2, y ellos a su vez quieren establecer una con el actor 3, es posible hacer la transacción con el actor 3 por vía del actor 1 o el 2.

Red de un modo: relaciones entre un conjunto único de actores

Red de dos modos: relaciones entre dos conjuntos de actores (por ejemplo, relaciones de donación entre corporaciones y organizaciones). Red de afiliación (un actor - un evento). Por ejemplo, membresías en clubes; participación en un cuerpo de directores.

Las **redes de dos modos** es una forma de decir que ellas están hechas de dos diferentes conjuntos de actores o un conjunto de actores y un conjunto de eventos, y de las relaciones entre los actores de un conjunto y los actores (o eventos) de otro. Cuando las relaciones son establecidas de un conjunto a otro y no dentro del mismo conjunto, el tipo de red se llama **red bipartita**.

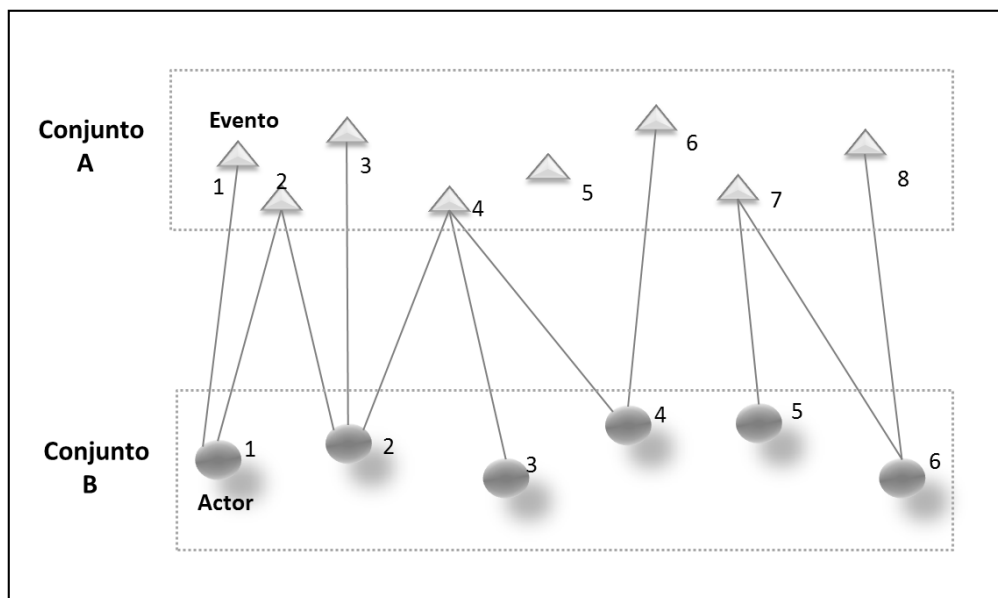


Figura AII.9 Red de dos modos

Red Social - Una red social es un conjunto de nodos relevantes conectados por una o más relaciones. Los nodos, o miembros de la red, son las unidades que están conectadas por las relaciones cuyos patrones estudiamos. Estas unidades pueden ser personas u organizaciones, pero en principio cualquiera de las unidades que puedan estar conectadas a otras unidades pueden ser estudiadas como nodos. Con los conceptos de actor y de grupo, la red social se puede definir como “un conjunto finito de actores y sus relaciones”. Este concepto es simple y directo, y permite entender la red social de acuerdo a los datos de una red dada que podemos reunir. Uno puede llevar a cabo el análisis de esta red considerando el número de veces en que toman parte en los mismos programas o actividades como “relaciones”. El límite del grupo y el tipo de relaciones que se han establecido definen la red social, que entonces puede ser modelada.

Redes Ego – “Ego” es un nodo focal individual. Mirando a “ego” y a la “red ego”, se puede tener un sentido de los límites estructurales y oportunidades que enfrenta un actor, el papel que juega un actor en la estructura social. Los métodos egocéntricos se enfocan en realidad sobre el individuo, más que sobre la red como un todo. Tal información es útil para el entendimiento de cómo un individuo puede influenciar la red.

Relaciones – El conjunto de conexiones de un tipo dado define la “relación” encontrada en la red social bajo análisis. Mientras una conexión es sólo entre dos actores, la relación es definida por el conjunto total de conexiones. Así, es posible hablar de relaciones de negocios o relaciones de aprendizaje, etc. Las relaciones pueden implicar valores. Las redes sociales donde hay valores son más complejas. Además, pueden tener direcciones: pueden ser recíprocas o no.

Rutas y caminos más cortos -Una ruta entre dos nodos es cualquier secuencia de nodos no repetidos que conecta los dos nodos. La ruta más corta entre los dos nodos es la ruta que conecta

los dos nodos con el número más corto de enlaces . Se le llama también la **distancia** entre los nodos. Las vías más cortas son deseables cuando se desea velocidad de comunicación o intercambio. En el ejemplo que se ilustra aquí, hay dos vías más cortas entre los nodos 1 y 4, de longitud 2 [1-2-4] y [1-3-4]. Las vías más largas serían [1-2-5-3-4] y [1-3-5-2-4].

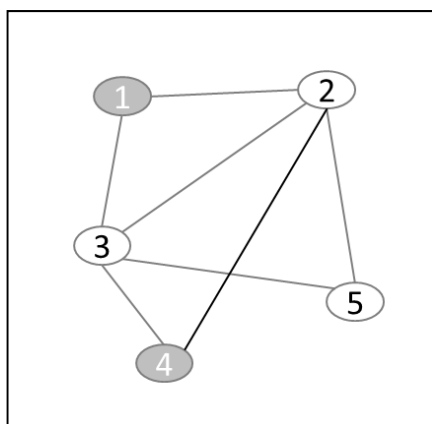


Figura AII.10 .Rutas y caminos más cortos en la red

Tipos de graficas

- Gráfica simple no direccionada: enlaces no direccionales, bucles, líneas múltiples
- Gráfica simple: no hay líneas múltiples
- Red – gráfica compleja

Vínculo relacional – puede ser direccional, pesado (se llama también línea, arco, enlace). Por ejemplo, amistad, transferencia de recursos, asociación o afiliación; comportamiento de interacción; relaciones formales, movimiento entre lugares, etc.

Vínculos complejos

- Arista: línea no direccionada
- Arco – línea direccionada
- Bucle: línea que enlaza el nodo a sí mismo
- Múltiple: arco dirigido ocurriendo múltiples veces

En el ARS las relaciones pueden ser representadas como una red, por lo tanto pueden ser cuantificadas. Al poder cuantificar las relaciones, podemos medir, analizar, manejar y simular.

Elementos de Dinámica de Redes Sociales –para Sistemas de Creación de Redes Sociales (SCRS)

La siguiente tabla (A-II.1) muestra las diferencias básicas entre ARS y DRS.

ARS Y DRS	
Análisis de Redes Sociales	Dinámica de Redes Sociales
<ul style="list-style-type: none"> • Redes persona a persona • Una red • Estática • Las relaciones existen o no • Ideas desde 1930's/1960s 	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones entidad a entidad • Múltiples redes • Cambiantes • Las relaciones individuales pueden ser probabilísticas • Ideas desde 2000s

Tabla A-II.1 Diferencias entre ARS y DRS

Causación -Al análisis de redes sociales es un modelo más realista de causación que el individualista. Una explicación basada en redes es más capaz de explicar, por ejemplo, cómo los bucles de retroalimentación pueden causar ciertos comportamientos sociales que contribuyen o limitan el desarrollo o el bienestar en las sociedades.

Catálisis mutua - Todos los elementos interactúan, a la vez que actúan también como catalizadores para uno y otro. Por ejemplo, B actúa como catalizador para los elementos C y D, pero B también interactúa con A, ayudado por el catalizador C.

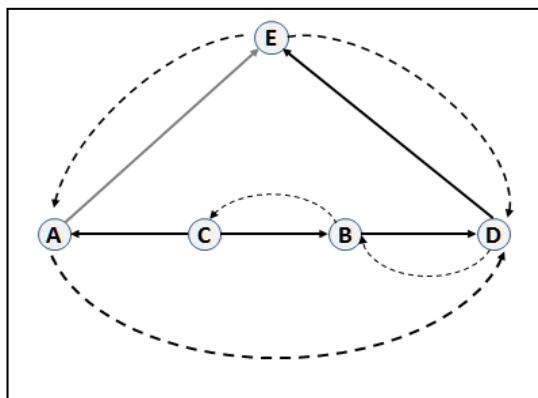


Figura A-II.11 Catálisis mutua en la red

Evolución de Redes - Efectos que se pueden analizar en la CRS para ver su evolución:

Efectos de Red:

- Transitividad
- Número de nodos a distancia 2
- Grado de alter

Efectos de Atributos:

- Similitud
- Actividad
- Popularidad

Se sabe que la estructura es principalmente causada por el grado del efecto alter: la gente tiende a crear conexiones con otra gente que ya tiene muchas conexiones. La gente con tipos similares de forma de pensar se conectan entre ellas. Las mujeres incrementan su número de conexiones a tasas más altas que los hombres. La gente del mismo sexo se conecta entre sí.

Los mecanismos sociales comunes, como la transitividad, no influyen la estructura en un sistema de creación de redes sociales.

Se ha encontrado que **las relaciones cara a cara** tienen una influencia positiva en la fuerza de la relación, la intensidad de la comunicación, el desarrollo de “directorio” de la memoria transactiva y el intercambio de conocimiento. Recomendación: cuando se comiencen sistemas de creación de redes sociales en o entre organizaciones, conviene combinar eventos regulares cara a cara con refuerzos por vía telefónica, email, mensajes instantáneos, etc.

Redes Estocásticas (Snijders et al, 2009)

La investigación de redes sociales en años recientes está prestando creciente atención a la dinámica de redes, particularmente a los **micro-mecanismos** teóricamente subyacentes que inducen la evolución de las estructuras sociales en el nivel macro. Los **modelos estocásticos basados en actores para dinámica de redes** son un tipo de modelos que tienen el propósito de representar la dinámica de la red sobre la base de datos longitudinales observados, y evaluarlos de acuerdo al paradigma de inferencia estadística. Esto significa que los modelos deben ser capaces de representar la dinámica de redes como siendo conducida por muchas tendencias diferentes, tales como los micro-mecanismos, que pueden haber sido teórica y/o empíricamente establecidos en investigaciones tempranas, y que pueden también operar simultáneamente.

Lo que distingue a los modelos estocásticos es la flexibilidad, lo que permite la incorporación de una amplia variedad de micro-mecanismos conducidos por actores que influyen en la formación de vínculos; así como la disponibilidad de procedimientos para la estimación y parámetros de prueba que permiten evaluar también el efecto de un mecanismo dado, a la vez que el control para la posible operación simultánea de otros mecanismos o tendencias.

Los datos empíricos consisten de dos, pero preferiblemente más, observaciones repetidas de una red social sobre un conjunto dado de actores, por ejemplo en diferentes tiempos; a esto se le conoce como **panel de datos de red**. Los actores pueden ser individuos, organizaciones, etc. Se da por sentado que los enlaces son los constituyentes diádicos de relaciones tales como las de confianza, de colaboración, amistad, etc., dirigidas de un actor a otro. Se excluye la mayoría de los tipos de relaciones donde son requeridas negociaciones para que un vínculo se vuelva existente. El corazón del modelo es la llamada función **objetivo**, la cual determina probabilísticamente los cambios de vínculo entre los actores.

Adhesión preferencial y Ventaja acumulada – la expansión de la red ocurre a través del proceso en el cual los nodos más conectados reciben una desproporcionada participación de nuevos enlaces (como la adhesión preferencial). (*Lógica de la Adhesión, Powell et al, 2005*)

Homofilia – La expansión de la red sigue un procesos en el cual nuevos participantes sobre la base de su similitud con previos integrantes.

Seguir la tendencia – La expansión de la red implica comportamiento gregario, con participantes acoplando sus selecciones con la selección dominante de los otros, ya sea en respuesta mutua a presiones exógenas comunes o por comportamiento imitador.

Multiconectividad – La expansión de la red refleja una decisión de socios que se conectan uno a otro a través de múltiples vías independientes, lo cual incrementa la accesibilidad y la diversidad de actores que son alcanzables.

Redes de Mundo Pequeño

Una red de mundo pequeño luce casi aleatoria, pero exhibe un significativamente un alto grado de coeficiente de conglomeración (nodos tienden a conglomerarse localmente) y una longitud promedio de vías relativamente corta (los nodos pueden ser alcanzados en unos cuantos pasos).

Es una estructura muy común en redes sociales debido a la **transitividad en los vínculos sociales fuertes y la habilidad de los vínculos débiles** para alcanzar a través de conglomerados. Tal red tendrá muchos conglomerados pero también muchos puentes entre conglomerados que ayudan a acortar la distancia promedio entre nodos.

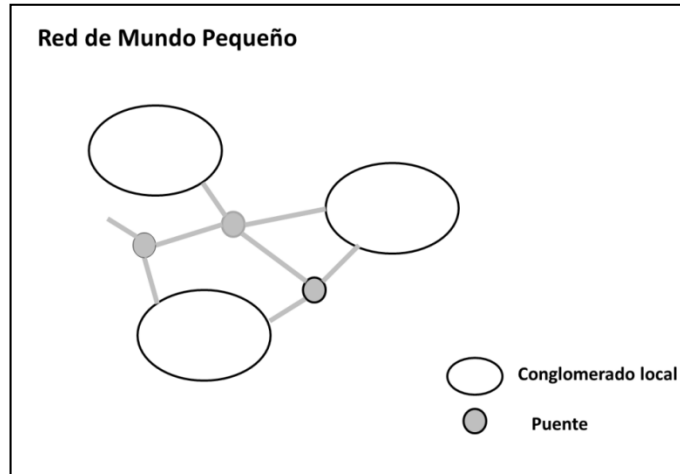


Figura A-II.12.. Red de mundo pequeño. Cheliotis (2010)

ANEXO III

CONCEPTOS DE INNOVACIÓN^{xxiii}

Academia en este trabajo tiene un sentido amplio, para abarcar instituciones de enseñanza superior, sus departamentos, centros e institutos de investigación y organismos públicos de investigación. Su papel en el sistema de innovación es múltiple: formación de recursos humanos calificados, investigación, generador de redes, etc. Desde el punto de vista del flujo de conocimiento, explora, genera, adapta y trasfiere conocimiento.

Cambio Tecnológico es un término amplio, usado para describir el proceso total de invención, innovación y difusión de tecnología o procesos. El concepto interconecta la invención de una tecnología (o de un proceso), el proceso continuo de mejorar una tecnología y su difusión a través de la industria o la sociedad. Algunos autores, como Mansfield, consideran el cambio tecnológico como sinónimo de innovación, desde investigación y desarrollo hasta difusión y uso (Mansfield, 2003). Sin embargo, su visión del proceso de *cambio tecnológico* mantiene una visión lineal, mecanicista. La innovación es considerada el corazón del cambio tecnológico.

Cultura Local - La importancia del elemento cultural en el concepto de ambiente regional es indudable, sobre todo cuando se observa el fenómeno desde una perspectiva histórica, dicen Callegati y Grandi (2004). La evidencia muestra que la fuerza de un sistema económico local, y su capacidad para crecer e innovar, están íntimamente relacionados con el patrón de estratificación de conocimiento (y por lo tanto, cultural), al territorio mismo y a la capacidad de aprendizaje. Más aun, se puede observar que los elementos culturales socioeconómicos están embebidos en la tecnología. Así, estos juegan un papel clave cuando se considera la dinámica del proceso de innovación y las oportunidades de crecimiento para las empresas Callegati y Grandi, 2004). A su vez, Oudshoorn (2009) aborda la cuestión de la cultura y estudia el creciente papel en el desarrollo, adopción y difusión de la tecnología y la innovación. Por ejemplo, dice, hay innovaciones que fueron un éxito, pero con otros usuarios distintos a los que se había pensado. Para acoplar la innovación y su uso es importante considerar el aspecto cultural. En este sentido, este autor comenta que Smit & Oost (1996) abordan este problema desde una perspectiva inspiradora, de “conformación mutua”, en la que el desarrollo y uso de la tecnología no son considerados como dos procesos lineales distintos, sino como un proceso que mutuamente se influye uno al otro (Oudshoorn (2009).

Entrenamiento Colaborativo es aquel que permite a los investigadores desarrollar destrezas relevantes para llevar a cabo investigación de excelencia, trabajar efectivamente en la academia, la empresa y el gobierno u otros sectores importantes, y explotar los resultados de sus investigaciones. Las oportunidades de entrenamiento incluyen cursos vocacionales, mentorías, etc. Incluye proyectos colaborativos de becas entre la academia y la industria, y entrenamiento en/para la industria.

^{xxiii} Los términos relacionados con la innovación han sido definidos y vertidos por la OECD, en el llamado Manual Frascati (2002). Aquí sólo se han incluido los más relevantes, como complemento, y en algunos casos, provenientes de otros autores. Se sigue un orden alfabético.

Funciones. Los procesos clave para el buen desempeño de los sistemas de innovación son etiquetados como funciones del sistema. Las funciones, para el análisis de su dinámica pueden ser enfocadas como procesos, como por ejemplo la vinculación.

Desarrollo industrial y comercialización incluye un número de actividades para alentar a los investigadores a llevar sus ideas hacia la ruta de la explotación, y a recompensarlos por la excelencia en innovación. Se suele incluir esquemas de apoyo para trabajos orientados a la “prueba del concepto”, competencias de planes de negocios, entrenamiento y tutorías en el desarrollo de destrezas de negocios, y entrenamiento empresarial para desarrollar destrezas empresariales en sus investigadores.

Intercambio de personal y de información - reconoce que **los individuos** son el corazón mismo de la transferencia de conocimiento y de la interacción entre el mundo de los negocios y los investigadores. Esto incluye por ejemplo, actividades de intermediación y de formación y de participación en redes, esquemas de movilidad, como becas que permitan a los investigadores académicos trabajar en un ambiente comercial y viceversa, apoyos para asociaciones de transferencia de conocimiento, etc.

Invencción - Es toda creación humana que permita transformar la materia o la energía que existe en la naturaleza, para su aprovechamiento por el hombre y satisfacer sus necesidades concretas. Las invenciones que sean nuevas (novedad), resultado de una actividad inventiva y susceptible de aplicación industrial pueden ser patentables. No se considera invención, por ejemplo, los principios teóricos o científicos, los descubrimientos que consistan en dar a conocer o revelar algo que ya existía en la naturaleza, aun cuando anteriormente fuese desconocido para el hombre; los esquemas, planes, reglas y métodos para realizar actos mentales, juegos o negocios y los métodos matemáticos, las formas de presentación de información; las creaciones estéticas y las obras artísticas o literarias.

Es importante considerar, pues, que cuando se habla de innovación **una invención no se vuelve una innovación sino hasta que ha sido procesada a través de tareas de producción y mercadeo y es difundida en el mercado** (Freeman, C. 1991; Layton, 1977 ; Schumpeter, 1934). Cuando Freeman y Soete (1997) incluyen en el concepto todas las actividades conducentes a la comercialización de las nuevas tecnologías, queda claro que innovación es mucho más que I+D o invención. La pura solución de un enigma científico o la invención de “un nuevo producto” a nivel de laboratorio no hacen ninguna contribución económica directa. Una invención que no sale del laboratorio se queda como invento. Un descubrimiento que se mueve del laboratorio a la producción, que agrega valor agregado y que se difunde a la sociedad, es innovación (Feinson, 2003).

Inventor. Elemento clave de la propiedad industrial -, es una persona que ha tenido una idea original o ha contribuido intelectualmente de alguna manera a una de las reivindicaciones de una patente.

Investigación colaborativa es la investigación académica llevada a cabo en asociación con otros individuos, universidades u organizaciones de investigación, con empresas, con el gobierno, etc.

Puede tomar un número de formas, tanto informales como formales, desde un donativo básico entre dos socios, hasta un programa complejo de investigación multilateral.

Internalización del mercado se refiere a la orientación de la actividad I+D hacia las necesidades de la sociedad, desde la priorización de grandes áreas hasta la definición de proyectos concretos.

Incertidumbre es un elemento inherente del proceso de I+D, que por definición no puede garantizar los resultados esperados. Se presume que a través de **la colaboración disminuye** el nivel de incertidumbre.

Investigación y Desarrollo. Según el Manual Frascati de la OCDE (2002), la **investigación y desarrollo experimental (I+D)** comprende el trabajo creativo llevado a cabo de manera sistemática para incrementar el acervo de conocimiento, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como el uso de este acervo de conocimiento para diseñar nuevas aplicaciones. De acuerdo con dicho Manual, el término I+D cubre tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

- La **investigación básica** es la investigación llevada a cabo para incrementar el entendimiento de principios fundamentales. No se pretende de ella que rinda beneficios prácticos inmediatos; puede decirse que surge de la curiosidad. Se refiere al trabajo teórico o experimental llevado a cabo primariamente para adquirir nuevo conocimiento de la base subyacente de fenómenos y hechos observables. Sin embargo, en el largo plazo forma la base de la **investigación aplicada** y de muchos productos comerciales. Su importancia no sólo tiene que ver con el avance del conocimiento, sino con la habilidad potencial de razonamiento que confiere al practicante para vislumbrar novedosas perspectivas de solución a diversos problemas, en caso dado. Para la innovación industrial un valor adicional de la investigación básica es que sirve como guía para captar las tendencias mundiales a través del avance de la ciencia y la tecnología, así como su participación en la formación de recursos humanos altamente calificados para resolver problemas de diversa índole.
- La **investigación aplicada** es también investigación original llevada a cabo con el fin de adquirir nuevo conocimiento. Sin embargo, está dirigida primariamente a intenciones u objetivos prácticos específicos.
- **Desarrollo experimental** es un trabajo sistemático, que aprovecha el conocimiento existente obtenido de la investigación y/o experiencia práctica. Está dirigida a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, a la instalación de nuevos procesos, sistemas y servicios, o al mejoramiento substancial de aquellos ya producidos o instalados. (OECD, 2002). Aunque mucha de la actividad de I+D se realiza con apoyo del sector público en universidades y organismos públicos de investigación, en países de alto desempeño innovador e incluso en los considerados emergente suele ser una actividad

privada de importancia variable en la industria - dependiendo del sector-, sobre todo en grandes empresas o empresas de base tecnológica de cualquier tamaño.

I+D industrial se refiere a un grupo específico de actividades dentro de un negocio. El grupo de actividades clasificadas como I+D industrial difiere de empresa a empresa, pero hay dos modelos primarios de acuerdo a su función: 1] desarrollo y creación de nuevos productos; 2] descubrimiento y creación de nuevo conocimiento sobre tópicos científicos y tecnológicos con el propósito de permitir el desarrollo de valiosos nuevos productos, procesos y servicios. En el primer modelo, generalmente la tarea es llevada a cabo por ingenieros, en tanto que en el segundo modelo la realizan científicos industriales. En ambos casos, la intención es que rindan en el corto plazo una ganancia o mejoras inmediatas en las operaciones, dentro del menor nivel de incertidumbre posible para el retorno de la inversión (Levy & David, 2002).

Demostración tecnológica se refiere a un prototipo, ejemplo burdo o cualquier otra versión incompleta de un producto, expuesto con el propósito de mostrar la idea, desempeño, método o características del producto. Pueden ser usados como demostraciones a los inversionistas, socios, periodistas o incluso clientes potenciales con el fin de convencerlos de la viabilidad del enfoque seleccionado.

Investigación Tecnológica se refiere al avance o aplicación (más que el entendimiento) de una tecnología; puede resultar o no en el desarrollo de algún componente, producto, proceso, instrumento o técnica. Aunque la investigación científica y la tecnológica estén indisolublemente vinculadas por interacciones complejas, continuas y extensas, es importante recordar que cada una representa distintos cuerpos de conocimiento y práctica. Ello implica que su financiamiento, evaluación, etc. han de ser igualmente diferenciadas en sus criterios y por lo tanto, ser consideradas separadamente.

Milieu Innovador es un término que proviene de la Nueva Geografía Económica. El *milieu* es el contexto o ambiente de interacciones inmediato, entre organizaciones productivas locales, elementos físicos e institucionales, mercado local de trabajo y acción pública para estimular la voluntad para aprender y cooperar. Denota capacidad operativa.

También se le define como la habilidad y capacidad de una región para estimular la cooperación intensiva y relaciones altamente calificadas entre los sistemas locales científico, operacional y financiero (Maillat and Lecoq, 1992).

El cambio tecnológico depende en gran medida, de las condiciones del ambiente operativo inmediato. Y este, no es sino el resultado de la interconexión de ciertos factores socioculturales clave que favorecen (o no) el flujo de conocimiento en el tiempo y en el espacio, que se expresa en la capacidad de interacción de múltiples actores. El concepto de *milieu innovador* se refiere a la capacidad de interacción de múltiples actores en un ambiente operativo inmediato (región, localidad, etc.) (Camagni, 2002). El ambiente operativo inmediato o *milieu refleja el nivel de estado de la localidad*, derivado del aprendizaje colectivo, estimulado por las interacciones y la cooperación entre el empresariado local y otros actores clave. El *milieu* es determinado por la interconectividad de factores socio-económicos y culturales clave, como la actitud hacia la cooperación, el clima de confianza, la formación de mercados especializados de trabajo, etc., para

incrementar la productividad y competitividad de la producción industrial. Puede decirse que el *milieu* representa el ambiente cultural cooperativo, en tanto que el capital social puede abordarse en términos de redes de relaciones sociales, que pueden ser creadas, mantenidas y destruidas. Tales redes están dotadas de ciertas características específicas, como actitudes, valores, etc. que difieren en función del contexto en que se desenvuelven (Camagni, 2002).

Cabe señalar que desde la Economía Evolucionista el papel que juega el contexto local en la innovación ha sido entendido desde hace largo tiempo (por ejemplo, por Schumpeter). En su nivel más abstracto, la idea de la supervivencia de las empresas es impulsada por la innovación, pero es determinada por el ambiente (Nelson & Winter, 1982). Un argumento más concreto es el de la sensibilidad de la innovación a las condiciones locales, que es integral a la literatura de las capacidades tecnológicas (Kim, 1980, 1997; Dahlman *et al.*, 1987 y Lall, 1992).

Proceso Innovador. En los sistemas de innovación los procesos son etiquetados como funciones. En el desarrollo de tecnología en interacción con el sistema en el cual está embebida la tecnología es un proceso conjunto e interactivo se conoce como proceso innovador.

Racionalidad Limitada se refiere a la incapacidad de los individuos y organizaciones, de abarcar todo el conocimiento potencialmente disponible, lo que impulsa a la colaboración. La innovación, siendo un fenómeno complejo, requiere por ello de la interrelación de muy diversas personas, que aportarán cada una, su conocimiento y su expertise (Simon, 1957).

Región Industrial. Según Richardson (1978), **una región** es un espacio territorial supra-urbano y una sub-área de la nación. Es común delimitarla por referencia a criterios físicos, delimitaciones administrativas o datos disponibles. Lo más fácil es definir el corazón de una región (normalmente por una ciudad central o localidad) que mapear sus límites territoriales precisos.

Las regiones pueden ser delimitadas siguiendo diferentes criterios: económicos, administrativos, físicos o actividad de la región. Los geógrafos, economistas y administradores la delimitan de diferente manera. **La localidad /región industrial** se refiere a un área o espacio de territorio geográficamente indefinido caracterizado por una aglomeración de unidades industriales en razón del establecimiento de cierta infraestructura, recursos, etc., y funcionalmente delimitada por el alcance de las políticas locales. Puede o no haber un plan previo de desarrollo, por lo que la infraestructura puede desarrollarse progresivamente, después del establecimiento inicial de algunas plantas. Una de sus características principales es que favorece, al menos en principio, el establecimiento de vínculos (Richardson, 1978).

Science Shops son instalaciones a menudo ligada a un departamento específico de una universidad o una ONG, que proporciona apoyo a la investigación independiente, participativa, en respuesta a las preocupaciones expresadas por la sociedad civil. Es un enfoque de investigación conducido por la demanda, y de abajo hacia arriba. Sus trabajos pueden ser descritos como investigación basada en la comunidad. Surgieron en Holanda en la década de los 1970 y de ahí se han difundido por el mundo. Su función principal es incrementar tanto la conciencia pública, como dar acceso a la “ciencia y la tecnología” a la gente común o a las organizaciones no lucrativas.

Tecnología se define -en un sentido amplio-, como las entidades tanto materiales como inmateriales, creadas por la aplicación del esfuerzo mental y físico, con el fin de lograr algún valor.

Incluye objetos materiales e inmateriales; el conocimiento incorporado; el pensamiento tecnológico que está detrás, la organización del trabajo alrededor del uso de la tecnología, el manejo de los procesos tecnológicos y la política tecnológica (Sundbo, 1998).

En su uso, la tecnología se refiere a las herramientas y máquinas que pueden ser usadas para resolver problemas del mundo real. Las herramientas y máquinas no necesitan ser materiales: la tecnología virtual, como el software y los métodos de negocios caen dentro de esta definición.

La palabra “tecnología” puede usarse también para referirse a un conjunto de técnicas. En este contexto, es el estado actual de conocimiento de la humanidad, de cómo combinar recursos para producir productos deseados para resolver problemas, cubrir necesidades o satisfacer lo que se quiera. Incluye métodos técnicos, destrezas, procesos, técnicas, herramientas y materias primas. Cuando se le combina con otro término, como por ejemplo “tecnología médica” o “tecnología espacial”, se refiere al estado del conocimiento y las herramientas en el campo respectivo. El *estado del arte de la tecnología* se refiere a la alta tecnología disponible para la humanidad en cualquier campo.

Transferencia de Tecnología es la parte de la transferencia de conocimiento cuando se trata de su comercialización y desarrollo, siendo el mecanismo más importante de ésta la protección de derechos de propiedad intelectual. Es tan sólo, la punta del iceberg, asociada con la invención.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albert, R., Barabási, A.L (2002): Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics* 74
- Allen, P. A Complex System Approach to Learning in Adaptive Networks. *Int. J. Innov. Mgt.*,05, 149 (2001).
- Allen, P. M. (2001). A complex systems approach to learning in adaptive networks. *International Journal of Innovation Management*, 5(2).
- Allen, T. (1970). Communication Networks in R&D Laboratories. *R&D Management*, 1 (1).
- Almanza, S., González, R.L. y Hernández, H. (2009). ARS en Políticas para la Innovación Tecnológica: un enfoque teleológico. REDES. Vol 17. Htt://revista-redes.rediris.
- Anderson, A.R. and Jack, S.L. (2002) 'The articulation of social capital in entrepreneurial networks: a glue or a lubricant?', *Entrepreneurship & Regional Development*, 14 (3).
- Anderson, P.W. (1972), "More is Different: Broken Symmetry and the Nature of the Hierarchical Structure of Science", *Science* 177 (4047).
- Arocena, R. y Sutz, J. (2006). El Estudio de la Innovación desde el Sur y las perspectivas de un Nuevo Desarrollo. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad e Innovación N° 7, Septiembre-Diciembre 2006.
- Arthur, B. (1990) *Positive Feedbacks in the Economy*. *Scientific American* 262, 92 - 99
- Arthur, W. B. (1999) 'Complexity and the economy', *Science* 284.
- Arundel, A. y Geuna, A. (2004) Proximity and the Use of Public Science by Innovative European Firms. *Econ. Innov. New Techn.*, 2004, Vol. 13(6), September.
- Auyang, S. (1999). *Foundations of Complex Systems Theory*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Axelrod, R. and M.D. Cohen (2000). *Harnessing complexity: Organizational implications of a scientific frontier*. New York: Basic Books.
- Bak, P. (1996). *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*, Copernicus, New York, U.S
- Barabási, A.L. (1999) Emergence of scaling in random networks. *Science* 286.
- Barrat, A., Barthélemy, M. y Vespignani, A. (2008) *Dynamical Processes on Complex Networks*. UK: Cambridge University Press.
- Barré, R.M. (1997) "Towards a theory of innovation I services. *Research Policy*, 15.
- Bar-Yam, Y. (1997) *Dynamics of Complex Systems*. USA: Addison Wesley Longman, Inc.
- Beazley, H., Boenisch, J. y Harden, D. (2002) *Continuity Management: Preserving Corporate Knowledge and Productivity When Employees Leave*. John Wiley and Sons
- Bentley, T. (2005) *Building Everyday Democracy: Why we get the politicians we deserve*. London: Demos.
- Bergek, A., Jacobsson, S. Carlsson, B. Lindmark, S. and Rickne, A. (2008) Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis, *Research Policy*, (37).
- Bergek, A., Jacobsson, S. Carlsson, B. Lindmark, S. and Rickne, A. (2008) Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis, *Research Policy*, (37).
- Bertalanffy, L. von (1968) *Teoría General de los Sistemas* (7ª reimpresión 1989). FCE. México.
- Bessant, J., Rush, H., 1995. Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. *Research Policy* 24.
- Bian, Y. (1997) 'Bringing strong ties back in', *American Sociological Review* 62(3).
- Bianchi, P. & Bellini, N. (1991) "Public Policies for Local networks of Innovators", *Research Policy* 20 (5).
- Bijker, W., Hughes, T. & Pinch, T. (eds.) (1987) 'The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology', MIT-Press, Cambridge MA.
- Borgatti and Foster (2003). "The Network Paradigm in Organizational Research: A review and typology", *Journal of Management*, 29(6), pp. 991-1013.
- Bourdieu, P. (1983) 'Forms of capital' in Richards, J.C. (ed.) *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. Greenwood Press: New York
- Bourdieu P. (1986) "The Forms of Capital." Pp. 241-258 in *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, ed. J. Richardson. New York: Greenwood Press.
- Breiger, R. (1974) 'The duality of persons and groups', *Social Forces* 53.
- Burt, R. (1992) *Structural holes: The social structure of competition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Burt, R. S., Kilduff, M. y Tasselli, S. (2013). "Social Network Analysis: Foundations and Frontiers on Advantage. *Annual Review of Psychology*, 2013, 64(1).
- Byrne, D. (2009) Working within a complexity frame of reference –the potential of "integrated methods" for understanding transformation in complex social systems. CFSC Consortium's paper for UNAIDS on

- expanding the monitoring and evaluation of Social Change Communication for HIV/AIDS prevention. July 2009.
- Byrne, D.S. y Rogers, T. (1996). Divided Spaces: divided schools. Sociological Research Online 1 (2). <http://www.socresonline.org.uk/socresonline/1/2/3.html>.
- Caldarelli, G., Garlaschelli, D. (2009) Self-Organization and Complex Networks. Adaptive Networks. Understanding Complex Systems. Springer.
- Calhoun, C., Light, D. y Keller, S. (2000) Understanding Sociology. UK. McGraw-Hill/Glencoe.
- Callon, M. (1992) 'The dynamics of techno-economic networks', en: Coombs, R. P. Saviotti & V. Walsh (eds.): *Technological Change and Company Strategies: Economic and sociological perspectives*, London et al. (Academic Press Limited).
- Callon, M. (1994) "Four Models for the Dynamics of Science." Pp. 29-63 in Handbook of Science and Technology Studies. Ed.S. Jasanoff, G.E. Markle, J.C. Petersen, and T. Pinch. London: Sage.
- Camagni, R. (2002) On the Concept of territorial competitiveness: sound or misleading? Paper presented at ERSa Conference, Dortmund, august 2002.
- Carrillo, J. (2003). A note on Knowledge-based Development. Technical Note CSC2003-07, Center for Knowledge Systems, Tecnológico de Monterrey, México.
- Casas, R. et al. (2007) Redes y flujos de conocimiento en la acuicultura mexicana. *Redes*, vol. 13, núm. 26, diciembre, 2007. Universidad Nacional de Quilmes, Arg.
- Cheliotis, G. Social Network Analysis Tutorial. (2010) Communications and New Media, National University of Singapore.
- Choi, Ch. (2005) Exploratory Simulation and Modeling of Complex Social Systems. Knowledge Management, Organizational Intelligence and Learning, and Complexity Vol. I. EOLSS, UNESCO.
- Choi, H.S. (1986) Technology Development in Developing Countries. Hong Kong: Nordica International Ltd.
- Christopherson, S. et al. (2010) Regional resilience: a theoretical and empirical perspectives. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 200 (3).
- Cilliers, P. (1998) Complexity and Postmodernism. London. Routledge..
- Cilliers, P. (2001). Boundaries, hierarchies, and networks in complex systems. *International Journal of Innovation Management*, 5(2).
- Clark, H.C. Formal Knowledge Networks (1998). International Institute for Sustainable Development, Canada
- Clark, J. et al. (2010) A typology of "innovation districts": what it means for regional resilience. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society 2010 (3).
- Clippinger, J. III (Ed.) (1999), *The Biology of Business: Decoding the Natural Laws of Enterprise*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, CA.
- Clippinger, J. III (Ed.) (1999), *The Biology of Business: Decoding the Natural Laws of Enterprise*,
- Cohen, W., Nelson, R. y Walsh, J. (2002). Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*, Vol. 48 N°1.
- Cohen W. Y Levinthal, D. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, N° 1, Special Issue: Technology, organizations, and Innovation (Mar 1990).
- Colander, D. (2000). *The Complexity Vision and the Teaching of Economics*, E. Elgar, Northampton, Massachusetts.
- Coleman, JS. (1988) "Social Capital in the Creation of Human Capital." *American Journal of Sociology* 94.
- Companies. *Organization Science*, Vol. 13, No. 3, Knowledge, Knowing, and Organizations. (May - Jun.,2002).
- Contractor F.J, y Ra W. (2002) How knowledge attributes influence alliance governance choices: a theory development note. *Journal of International Management* 2002, 8
- Conway, Steve & Fred Steward (1998) 'Mapping Innovation Networks', *International Journal of Innovation Management*, 2(2).
- Conway, S., Jones, O. and Steward, F. (2001) Realising The Potential Of The Network Perspective, in 'Social Interaction and Organisational Change: Aston Perspectives on Innovation Networks', Jones, O., Conway, S. & Steward, F. (eds.), Imperial College Press
- Conway, S. y Steward, F. (2009). *Managing and Shaping Innovation*. Oxford: Oxford University Press
- Cooke P, Morgan K, (1993), "The network paradigm: new departures in corporate and regional development" *Environment and Planning D: Society and Space* 11(5).
- Coombs, R. Harvey, M. and Tether, B.S. (2003). "Analysing Distributed Processing of Provision and Distribution", *Industrial and Corporate Change* 12.
- Cornell University, INSEAD, and WIPO (2013): *The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation*, Geneva, Ithaca, and Fontainebleau.

- Cummings JL, Teng, B-S. (2003) Transferring R&D knowledge: the key factors affecting knowledge transfer success. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2003, 20.
- Daly, A. & Finnigan, K.S. (2009) A bridge between worlds: understanding network structure to understand change strategy. *J Educ Change* (2010) 11.
- Daly. A. Moolenaar, N. y Carrier, N. (2009) Reform at the Edge of Chaos: Connecting Complexity, Social Networks, and Policy Implementation. *Educational Policy Journal*. <http://ucsd.academia.edu/AlanDaly>.
- Davenport, T. H y Prusak, L. (2001) *Conocimiento en Acción: Cómo las organizaciones manejan lo que saben*. Buenos Aires: Pearson Education.
- Davies, R. <http://mande.com.uk/special-issues/network-models/>.
- Dennard, L., Richardson, K.A. y Morcöl, G. (2008). Complexity and Policy Analysis: Tools and Methods for Designing Robust Policies in a Complex World. A Volume in the Exploring Organizational Complexity Series Volume 2 ISCE Publishing, Goodyear, Az., USA.
- Do, A.L., Gross, T.(2009) Contact processes and moment closure on adaptive networks. *Adaptive Networks*
- Donati, P. (1993). Birth and development of the relational theory of society: a journey looking for a dep "relational sociology". http://www.relationalstudies.net/uploads/2/3/1/5/2315313/donati_birth_and_development_of_the_relational_theory_of_society.pdf
- Dooley, K. J. (1997). A complex adaptive systems model of organization change. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 1(1).
- Dorogovtsev, S.N., Mendes, J.F.F. (2002) Evolution of networks. *Advances in Physics* 51.
- Duke, Ch.B. et al (2006) Network Science. Committee on Network Science for Future Army Applications, National Research Council. Washington: National Academic Press.
- Edquist, C. and Johnson, B. (1997). 'Institutions and organisations in systems of innovation', en C. Edquist (ed.) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter/Cassell Academic
- Edquist, Ch. (2001) The System of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art. Lead paper presented at the DRUID Conference, Aalborg. June 12-15, 2001, under theme: "National Systems of Innovation, Institutions and Public Policies".
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Research Policy*, 29(2).
- Faroult, E. (ed.) (2002) 'Covoseco. From co-operation between to co-evolution of science and economy. Reports on the state of the art of public private partnerships in the five partner countries and in Spain, Greece, Ireland and the USA', Document 1,
- Faust, K. (2002) Las Redes Sociales en las Ciencias Sociales y del Comportamiento. En Gil, J. y Schmidt, S. *Análisis de Redes: Aplicaciones en Ciencias Sociales*. IIMAS.Universidad Nacional Autónoma de México.
- Feinson, S. (2003) National Innovation Systems Overview and Country Cases. Report for Center for Science, Policy and Outcomes. En *Knowledge Flows, Innovation and learning in Developing Countries Vol I.*, Arizona University. <http://archive.cspo.org/products/rocky/Rock-Vol1-1.PDF>
- Fernandez, E. C. (2007). Practical recommendations to enable organizational reconfigurability from a complex systems perspective. *XVII Congreso ACEDE: Flexibilidad y Cambio ante un Nuevo Escenario Competitivo, Seville, Spain*. <http://www.scribd.com/doc/5454806/Organizational-Renewal-CAS>
- Franke, M. (2005). *Measurement of Social Capital. Reference Document for Public Policy Research, Development, and Evaluation*. Report PRI Project Social Capital as a Public Policy Tool. Canada.
- Freeman, C. (1987) *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter, London
- Freeman C. & B.A. Lundvall (1988) 'Small countries facing the technological revolution', Pinter Publishers Ltd, London and New York.
- Freeman, C. (1991) Networks of innovators: A synthesis of research issues. *Research Policy* 20.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in Social Networks: Conceptual clarification. *Social Networks*, 1, 215-239.
- Freeman, L. (1984) Turning a Profit from Mathematics: The Case of Social Networks. *Journal of Mathematical Sociology*, 10
- Freeman, I., Freeman, S. and Michaelson, A. (1989) 'How humans see social groups: A test of the Sailer-Gaulin models', *Journal of Quantitative Anthropology* 1.
- Freeman, L. (2006) *The Development of Social Network Analysis*. Vancouver: Empirical Press.
- Friedkin, N.E. y Johnsen E.C. (1997) Social positions in influence networks. *Social Networks Vol. 19* (3).
- Fuchs, Ch. (2004) Knowledge Management In Self-Organizing Social Systems. *Journal of Knowledge Management Practice*, May 2004

- Fukuyama, F. (1995) *Trust: The Social Virtues and the creation of prosperity*, Free Press: New York.
- Gallino, L. (2005) Diccionario de Sociología. México. Siglo XXI Eds.
- Geyer, F. (1994). The Challenge of Sociocybernetics. Symposium VI: Challenges to Sociological Knowledge". 13th World Congress of Sociology, Bielefeld, July 18-24, 1994.
- Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott & M. Trow (1994) 'The new productivity of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies', Sage Publications.
- Giuliani, E. y Arza, V. (2008) What drives the formation of "valuable" University-Industry linkages? An under-explored question in a hot policy debate. SEWPS, Paper No. 170, July 2008
- Gould, S.J. & Eldredge, N. (1977). "Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered." *Paleobiology* 3 (2).
- Granovetter, Mark;(1973) "The strength of weak ties"; *The American Journal of Sociology*, Vol. 78, No. 6., May
- Granovetter, M. (1985) 'Economic activity and social structure: the problem of embeddedness', *American Journal of Sociology*, 91.
- Gray, D. (2012) <https://plus.google.com/117373186752666867801/posts/CQRVeKEsUvF>.
- Grupp, H. (1994): Technology at the Beginning of the 21. Century. In: Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 6, No. 4.
- Hagedoorn, J. & J. Schakenraad (1990) Leading companies and the structure of strategic alliances in core technologies', MERIT Working Paper, Maastricht
- Håkansson, H. & Johansson, J. (1992). " A Model of Industrial Networks". En: *Industrial Networks: A New View of Reality*, eds. Axelsson, Björn & Geoffrey Easton (1992). London: Routledge.
- Hansen, M.T. (2002) Knowledge Networks: Explaining Effective Knowledge Sharing in Multiunit
- Hargadon, A., Sutton, R.I., 1997. Technology brokering and innovation in a product development firm. *Administrative Science Quarterly* 42.
- Hassink, R. (2010) Regional resilience: a promising concept to explain differences in regional economic adaptability? *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 2010(3)
- Heifetz, R.A. (2001) *Leadership Without Easy Answers* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2001).
- Helliwell, J. (2001). 'Social capital—Editorial', *ISUMA—Canadian Journal of Policy Research*, 2 (1),
- Hertog, P. den, D. Charles and E. Bergman (2001), 'Creating and sustaining Innovative Clusters: Towards a synthesis', in OECD, Innovative clusters, Drivers of National Innovation Systems, OECD, Paris
- Heyligen, F. (1989) .Self-organization, emergence and the architecture of complexity, en
- Hohn, H.-W., Lutz, S., 1994. Contingencies of innovative networks: "a case study of successful interfirm R&D collaboration. *Research Policy* 23,
- Holland (1995) *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*.US: Helix Books.
- Holland, J. 1996. *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*. Basic Books—Helix Books. USA.
- Holme, P., Newman, M.E.J. (2006) Nonequilibrium phase transition in the coevolution of networks and opinions. *Physical Review E* 74
- Howells, J.(2006) Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy* 35
- <http://www.slideshare.net/qcheliotis/social-network-analysis-3273045>
- <http://www.stats.ox.ac.uk/~snijders/SnijdersSteglichVdBunt2009.pdf>.
- IHP-Strata programme, EC-DG Research, Brussels
- International Development Research Centre. Knowledge translation: basic theories, approaches and applications. Ottawa: IDRC; 2005.
- Irvine, J. & B. Martin (1989) 'Research foresight: Creating the future', report to the Dutch Minister of Science and Education, , SDU Printers, The Hague.
- Jacobsson, S. & A. Johnson (2000) 'The diffusion of renewable energy technology : an analytical framework and key issues for research', in: *Energy Policy*, Vol. 28, Issue 9, p
- Jarillo, J.C. (1998), "Strategic Networks: Creating the borderless organization", Butterworth-Heinemann.
- Johnsen, H.Ch.G. y Ennals, R. (2012), *Creating Collaborative Advantage: Innovation and Knowledge Creation in Regional Economies*. G.B: Gower.Jossey-Bass Publishers, San Francisco, CA.
- Kale P, Singh H, Permuter H. (2000) Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: building relational capital. *Strategic Management Journal*. 2000;21
- Kaufmann, S. (1995). *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. New York. Oxford University Press.
- Kellert, S. H. (1993). *In the Wake of Chaos: Unpredictable Order in Dynamical Systems*. University of Chicago Press.
- Kennedy, J. y Eberhart, R.C. (2001). *Swarm Intelligence*. USA. Academic Press
- Kiel, L. Douglas (1994).*Managing Chaos and Complexity in Government: A New Paradigm for Managing Change, Innovation and Organizational Renewal*. San Francisco. Jossey-Bass.

- Kim, T.-Y, Oh, H., and Swaminathan, A. 2006. Framing interorganizational network change: A network inertia perspective. *Academy of Management Review*, 31(3).
- Kline, S.J. and Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. R. Landau and N.R. (Eds). Washington, DC, National Academy Press.
- Klir, G. (2001) Facets of Systems Science. Systems Science and Engineering Vol. 15. Springer. New York.
- Konstadakopulos, D. 2004. Learning for Innovation in the Global Knowledge Economy. Intellect Books, Bristol, UK.
- Koontz, T.M. (2006). 'Collaboration for sustainability? A framework for analyzing government impacts in collaborative-environmental management', *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 2(1).
- Krebs, V. (2013). <http://www.orgnet.com/sna.html>
- Kuhlmann, S., P. Boekholt, L. Georghiou, K. Guy, J. Héraud, P. Larédo, T. Lemola, D. Loveridge, T. Luukkonen, W. Polt, A. Rip, L. Sanz-Menendez, & R. Smits (1999). 'Enhancing Distributed Intelligence in Complex innovation Systems' report published within the framework of the Targeted Socio-Economic research Programme of the European Commission, ISI-FhG, Karlsruhe
- Kuhn, Th. (1962). La Estructura de las Revoluciones Científicas. FCE. México.
- Lall, S. (2000) Technological Change and Industrialization in the Asian Newly Industrializing Economies: Achievements and Challenges, en Kim, L. y Nelson, R. (eds) *Technology, Learning and Innovation*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Landry, R. et al. (2006). The Knowledge-value chain: a conceptual framework for knowledge translation in health. Bulletin of the World Health Organization 84.
- Lebas, M.J. (1995). Performance measurement and performance management. *Int. J. Production Economics* 41 (1995).
- Lee, K. y Lim, Ch. (2001) Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean Industries. *Research Policy* 30.
- Lee, K.R. (2000). Technology Learning and Entries of User Firms for Capital Goods in Korea, en Kim, L. y Nelson, R. (Eds.) *Technology, Learning & Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Leinhardt, S. (1977). Social Networks: a developing paradigm. New York Academic Press.
- Lejano, R. and H. Ingram (2008). 'How social networks enable adaptation to system complexity and extreme weather events', en C. Pahl-Wostl, P. Kabat and J. Moltgen (eds), *Adaptive and integrated water management*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Levy, J. y David, M. (2002). "Research and Development". In David R. Henderson (ed.). *Concise Encyclopedia of Economics* (1st ed.). Library of Economics and Liberty/hansson; Lööf (December 2008). "The Impact of Firm's R&D Strategy on Profit and Productivity.
- Leydesdorff, L., Etzkowitz, H. (1998) "The Triple Helix as a model for innovation studies", *Science and Public Policy*, Vol. 25 No.3.
- Liang, T.Y. (2004) Organizing Around Intelligence. World Scientific, Singapore
- Liu, X. and White, S. (2001). Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context. *Research Policy* 30.
- Lorenz, E.N. (1963). "Deterministic non-periodic flow". *Journal of the Atmospheric Sciences* 20 (2).
- Luhmann, N.R. (1997). Organización y decisión, autopoiesis y entendimiento comunicativo. Barcelona. Anthropos
- Luhmann, N. (1998) Sistemas Sociales: Lineamientos para una Teoría General. Anthropos-Siglo XXI Ed.
- Lundvall, B.-Å. (1988), 'Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to National Systems of Innovation', in Dosi, G. m.fl. (eds.), *Technology and Economic Theory*, London, Pinter Publishers.
- Lundvall, B.A. (1996). "The Social Dimension of the Learning Economy", DRUID Working Papers 96-1, Copenhagen Business School, Department of Industrial Economics and Strategy / Aalborg University, Department of Business Studies.
- Lundvall, B.A. (1996) The Social Dimension of The Learning Economy DRUID ISBN 87-7873-000-7.
- Lundvall, B.-Å. (ed.) (1992), National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London: Pinter Publishers.
- Lymeropoulos, I. and Lekakos, G. (2013) Analysis of Social Network Dynamics with Models from the Theory of Complex Adaptive Systems. Collaborative, Trusted and Privacy-Aware e/m-Services. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Vol. 399. Springer Link.
- Mansfield, E. (2003). Microeconomics Theory and Applications, 11th edition. W.W. Norton y Hage, J. T. (1999) Organizational Innovation and Organizational Change, *Annual Review of Sociology*, 25.

- Mantel, S.J., Rosegger, G., (1987). The role of third-parties in the diffusion of innovations: a survey. en: Rothwell, R., Bessant, J. (Eds.), *Innovation: Adaptation and Growth*. Elsevier, Amsterdam.
- Maruyama, M. (1963): The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes, *American Scientist* 5:2.
- Massey DS (1999). "Why does immigration occur? A theoretical synthesis". In: Hirschman C, J DeWind & P Kasinitz, *The handbook of international migration: the American experience*. New York: Russell Sage Foundation
- Menzel, H. (1962). Planned and Unplanned Scientific Communication. In *The Sociology of Science*, (eds. B. Barber & W. Hirsch), Free Press: New York.
- Meulen, B. van der & A. Rip (1998) 'Mediation in the Dutch science system'. *Research Policy* 27.
- Miller, J.H., Page, S.E. (2007) *Complex adaptive systems: An introductory computational models of social life*. Princeton University Press.
- Mischen, P. & Jackson, S.K. (2008). Connecting the Dots: Applying Complexity Theory, Knowledge Management and Social Network Analysis to Policy Implementation. *Public Administration Quarterly*, Vol. 32, No. 3.
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. New York, NY: Oxford University Press.
- Mitleton-Kelly, E. & Land, F-. (2003) *Complexity and Information Systems*. Blackwell Encyclopaedia of Management. Vol. Management Information Systems.
- Mitleton-Kelly, Eve, ed. (2003) *Complex systems and evolutionary perspectives on organisations: the application of complexity theory to organisations*. Advanced series in management. Elsevier Science Ltd, Oxford, UK.
- Moreno, J. L. (1951). *Sociometría, un método experimental y ciencia de la sociedad. Un acercamiento a una nueva orientación política*. Nueva York. Beacon House.
- Morrison, K. (2002). *School leadership and complexity theory*. London, UK: RoutledgeFalmer.
- Mowery, D. & N. Rosenberg (1978) 'The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies', en: *Research Policy*, April.
- Murray, G.M. (1994) *The quark and the jaguar: Adventures in the simple and the complex*. London: Little, Brown and Company Ltd
- Nahapiet, J. and Ghoshal, S. (1998) 'Social capital, intellectual capital and the organizational advantage', *Academy of Management Review*, 23
- Narula, R. (2004). "Understanding absorptive capacities in an Innovation System context: consequences for economic and employment growth". MERIT – Infonomics Research Memorandum Series (<http://www.merit.unimaas.nl>; <http://www.infonomics.nl>).
- Nelson, R. & Winter, S. (1977) 'In search of a useful theory of innovation', *Research Policy*, 6.
- Nelson, R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, New York/Oxford.
- Newman, M.E.J., Watts, D.J. (1999) Scaling and percolation in the small-world network model. *Physical Review E* 60.
- Nicolis, G. y Rouvas-Nicolis, C. (2007), *Complex Systems*. Scholarpedia, 2(11). http://www.scholarpedia.org/article/Complex_systems
- OECD (1992), 'Technology and the economy. The key relationships', report of the Technology and Economy Programme, OECD, Paris.
- OECD (2002) *Frascati Manual – Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, 2002.
- Pascale, R.T. (1999) *Surfing at The Edge of Chaos*. MIT Sloan Management Review. Spring 1999
- Pask, G. (1996) Heinz von Foerster's self organization, the progenitor of conversation and interaction theories. *Systems Research*. Vol. 13, Issue 3.
- Pastor-Satorras, R., Vespignani, A. (2002) Epidemic dynamics in finite size scale-free networks. *Physical Review E* 65.
- Perri. (1997). *Escaping poverty: From safety nets to networks of opportunity*. London: Demos.
- Policy Research Initiative (PRI) (2005). *Social capital as a public policy tool: Project report*. Government of Canada,
- Portes, A. y Sensenbrenner (1993) "Embeddedness and immigration: notes on the social determinants of economic activvvn" *American Journal of Sociology*, 98 (6).
- Powell, WW., White, D.R., Koput, K.W. y Owen-Smith, J. (2005), *Network Dynamics and Field Evolution: the Growth of Interorganizational Collaboration in the Life Sciences*, *American Journal of Sociology* .110
- Prigogine, I. (1977) *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems*. Wiley.

- Prigogine, I. & Stengers, I. (1984) *Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. London. Bantam Books.
- Prigogine, I. (1997). *The End of Certainty*, The Free Press, New York.
- Proceedings of the 1st European Conference on System Science, 1989.
- Putnam, R.D. (2000) *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*, Simon and Schuster: New York.
- Putnam, R. (2001). 'Social capital: Measurement and consequences', *ISUMA—Canadian Journal of Policy Research*, 2(1)
- Putnam, R.D. and Goss, K.A. (2002), "Introduction", en Putnam, R.D. (Ed.), *Democracy in Flux*, Oxford University Press, Oxford.
- Pyka, A. (2007) *Innovation Networks. New Approaches in Modelling and Analysing*. Heidelberg: Springer.
- Requena, S.F. (2012) *Análisis de Redes Sociales: orígenes, teorías y aplicaciones*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Rip, A. & R. Kemp (1998) 'Technical change' en: *Human choice and climate change*. Battelle Press.
- Rip, A. (1998), *Modern and Post-Modern Science Policy*, in: *EASST Review* 17 (3) (Sept. 1998)
- Robinson, S. (2011). *The Cutting Edge of Chaos: Chaos and Complexity, Creativity and Innovation in Business*. www.transitionconsciousness.org. 7th October 2011.
- Rohlf, T., Bornholdt, S. (2009) *Self-organized criticality and adaptation in discrete dynamical networks. Adaptive Networks*
- Rosenau, J. (1997) "Many Damn Things Simultaneously Complexity Theory and World Affairs" En *Complexity, Global Politics and National Security*, ed. David S. Alberts and Thomas J. Czerwinski. National Defense University, Washington.
- Rosenberg, N. (1976) 'Perspectives on technology', Cambridge University Press.
- Rosenblueth, A., Wiener, N. y Bigelow, J. (1943) *Behavior, Purpose and Teleology*. *Philosophy of Science* 10 (1943).
- Ruitenbeek, J. and C. Cartier (2001). *The invisible wand: Adaptive co-management as an emergent strategy in complex bio-economic systems*. Occasional paper No. 34. Bogor Barat, Indonesia: Centre for International Forestry Research.
- Saxenian, A.L. (1991) "The Origins and Dynamics of Production Networks in Silicon Valley." *Research Policy*, 20:
- Scarbrough, H., Swan, J., Laurent, S., Bresnen, M., Edelman, L. and Newell, S. (2004) 'Project-based learning and the role of learning boundaries', *Organization Studies*, 25.
- Scharpf, F.W. (1993) *Coordination in Hierarchies and Networks*. En: Fritz W. Scharpf, (Ed.), *Games in Hierarchies and Networks. Analytical and Empirical Approaches to the Study of Governance Institutions*. Frankfurt: Campus.
- Schmoch, U., S. Breiner, K. Cuhls, S. Hinze, & G. Münt (1996): *The Organisation of Interdisciplinarity - Research Structures in the Areas of Medical Lasers and Neural Networks*. en: Reger, G. / Schmoch, U. (eds.): *Organisation of Science and Technology at the Watershed. The Academic and Industrial Perspective*, Heidelberg (Physica/Springer, Series 'Technology, Innovation, and Policy, Vol. 3).
- Schön, D., & M. Rein (1994), *Frame Reflection. Toward the Resolution of Intractable Policy Controversies*, New York (BasicBooks).
- Scott, J. (2000) *Social Network Analysis*. London. Sage Publications Ltd.
- Seel, R. (1999). *Complexity and Organizational Development*. www.new-paradigm.co.uk/Complexity%20&%20OD.doc
- Simmel, G. (1922 [1955]) 'The web of group affiliations', in Kurt Wolff (ed.), *Conflict and the Web of Group Affiliations*. Glencoe, IL: Free Press
- Simmel, G. (1986) *Sociología I. Estudios sobre las formas de socialización*, Alianza Universidad, España
- Simon, H. (1957) "A Behavioral Model of Rational Choice", en *Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. New York: Wiley
- Simonin B.L. (1999) Ambiguity and the process of knowledge transfer in strategic alliances. *Strategic Management Journal* 1999, 20.
- Smits, R. (2002) 'Innovation studies in the 21st century: questions from a user's perspective', *Technological Forecasting and Social Change*. 69 (9).
- Smits, R. y Kuhlmann, S. (2002) *Strengthening Interfaces en Innovation Systems: Rationale, Concepts and (New) Instruments*. Proceedings of the STRATA Consolidating Workshop, Brussels, 22.23 April 2002. European Commission. Unit RTD-K.2 – "Science and Technology Foresight; links with IPTS", June 2002.

- Snijders, T.A.B., Bunt, G.G. y Steglich, Ch.E.G. (2009). Draft Article for special issue of Social Networks on Dynamics of Social Networks.
- Spillane, J. (2006). Distributed leadership. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Stacey, R. D. (1992). *Managing the Unknowable: Strategic Boundaries Between Order and Chaos in Organizations*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Stacey, R. (2001) Complex Responsive Processes in Organizations: Learning and Knowledge Creation (Complexity and Emergence in Organizations). London. Routledge.
- Stankiewicz, R. (1995). The role of the science and technology infrastructure in the development and diffusion of industrial automation in Sweden. En: Carlsson, B. (Ed.). *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Dordrecht, Kluwer.
- Stauffer, D., Aharony, A (1994) Introduction to percolation theory. CRC
- Sundbo, J. (1998). The Theory of Innovation. Cheltenham: Edward Elgar.
- Tomita, K., Kurokawa, H., Murata, S.(2009) Graph-rewriting automata as a natural extension of cellular automata. *Adaptive Networks*.
- Unger, K. *et al.* (2003). Los *clusters* industriales en México: especializaciones regionales y la política industrial. CEPAL/GTZ, Santiago de Chile.
- Van Kamenade (2004) Making sense of social capital, health and policy. *Health Policy* Vol. 70, Issue 1.
- Varela, F. J., Maturana, H.R.; & Uribe, R. (1974). Autopoiesis: the organization of living systems, its characterization and a model. *Biosystems* 5.
- Von Bertalanffy, L. (1989). Teoría General de los Sistemas. México. FCE.
- Von Foerster, H. (1984) Principles of Self-Organization – In a Socio – Managerial Context. Springer Series in Synergetics. Volume 26, 1984.
- Walker, B. H., S. R. Carpenter, J. Rockstrom, A.-S. Crépin, and G. D. Peterson. 2012. Drivers, "slow" variables, "fast" variables, shocks, and resilience. *Ecology and Society* 17(3).
- Walker, W.E. and Marchau, V.A.W.J. (2003). Dealing with uncertainty in policy analysis and policy-making. *Integrated Assessment* 4 (1).
- Wasserman, S. y Faust, K. (1994) *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge. UK: Cambridge University Press
- Watts, D.J. (1999) Networks, Dynamics, and Small World Phenomenon. *American Journal of Sociology*, Vol. 15, Issue 2 (Sep. 1999).
- Watts, D.J. y Strogatz, S.H. (1998) Collective dynamics of 'small-world' networks. *NATURE* Vol 395/4 June.
- White. H. C. (1992). Identity and Control. A structural theory of social action. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Wiener, N. (1985) *Cibernética*. Barcelona. Tusquets Editores.
- Wilheim, K. (1998) An Examination of the Applicability of Complex Systems Theory to Policy Making, National War College, Course 5603: The National Security Process, December 14, 1998
- Williams, B. y Hummelbrunner, R. (2010) *Systems Concepts in Action*. Stanford University Press. (Kinde)
- Wolin, S. (2008) *Democracy Incorporated*. Princeton University Press. USA.
- Woolcock, M., Narayan, D. (2000), Social Capital: Implications for Development Theory, The World Bank Research Observer, 15.
- World Health Organization. Bridging the "Know-Do" gap: report on meeting on knowledge translation in global health. Geneva: WHO; 2006. WHO document WHO/EIP/KMS/2006.2. http://www.who.int/entity/kms/WHO_EIP_KMS_2006_2.pdf.
- World Health Organization. Health and the Millennium Development Goals, 2005. http://www.who.int/mdg/publications/MDG_Report_revised.pdf.
- www.policyresearch.gc.ca/doclib/PR_SC_SocialPolicy_200509_e.pdf.
- Ziman, J. (1987) 'Science in a steady state. The research systems in transition', Science Policy Support Group, paper 1.
- Ziman, J. (2001): *Real science: what it is, and what it means*, Cambridge: Cambridge University Press.